



**UNTRM**

# IV JORNADA INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

XIV JORNADA NACIONAL DE  
INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA UNTRM  
**2019**



# LIBRO RESUMEN

25,26 y 27 de Setiembre

Chachapoyas, Amazonas, Perú

**Vicerrectorado de  
Investigación**

**Dirección General de Difusión,  
Publicación y Transferencia**

**Proyecto PROCEPITT**

**Informes:**

Correos: [dgpip@untrm.edu.pe](mailto:dgpip@untrm.edu.pe) / [investigacion@untrm.edu.pe](mailto:investigacion@untrm.edu.pe)

Tel: 041-478626 / 957232527



**LIBRO RESUMEN**

**IV Jornada Internacional de Investigación Científica  
XIV Jornada Internacional de Investigación Científica UNTRM**

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 317-2019-UNTRM/CU

Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas  
**Vicerrectorado de Investigación**

**Dirección General de Difusión, Publicación y Transferencia**

**PROYECTO PROCEPITT**

Creación del Centro de Promoción de la  
Investigación y Transferencia Tecnológica  
de la UNTRM





UNIVERSIDAD NACIONAL  
**TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

**Dr. Policarpio Chauca Valqui**  
Rector

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón**  
Vicerrector Académico

**Dra. Flor Teresa García Huamán**  
Vicerrectora de Investigación

COMITÉ CIENTÍFICO INTERNACIONAL

**Dra. Faviana Inés Mogro Colque**  
Bolivia

**Dr. Miguel Ángel Sarmiento**  
Argentina

**PhD. Juan Fernando Ramírez Patiño**  
Colombia

**Dr. Mario Hibert Huaylla Limachi**  
Bolivia

EDITOR

**Bach. Natalia Guadalupe Yarihuaman Sánchez**

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

**Bach. Estefany Salazar Grandez**

Año 2019

**Editado por:**

**Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas**

**Campus Universitario, Calle Higos Urco N° 342 - 350 - 356 y Calle Universitaria N°304**

**Chachapoyas - Amazonas - Perú**

El contenido de cada artículo publicado es de responsabilidad del (los) autor (es).

Queda prohibida la reproducción parcial o total de este libro.

COMITÉ ORGANIZADOR

**Dra. Flor Teresa García Huamán**

Presidente de la Comisión Organizadora

**MscM. Yuri Reina Marín**

Comité Organizador

**Msc. Armstrong Barnard Fernández Jeri**

Comité Organizador

**Mgp. Consuelo del Pilar Salazar Santos**

Comité Organizador

**Bach. Natalia Guadalupe Yarihuaman Sánchez**

Comité Organizador

**Tec. Rosa María Dávila Nicho**

Comité Organizador

**Bach. Helen Melissa Reyna Cueva**

Comité Organizador

**Lic. Rosaura Alva Olascoaga**

Comité Organizador

**Tec. Delsy Damaris Peche Chiguala**

Comité Organizador



## **PRESENTACIÓN**

En la IV Jornada Internacional de Investigación Científica y XIV Jornada de Investigación Científica de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas se darán a conocer los resultados de las investigaciones de países como Bolivia, Colombia , Argentina, así como de nuestro país, también se expondrá algunas experiencias exitosas del CITE Uctubamba.

En este espacio se busca generar un diálogo de saberes entre los asistentes que estén interesados en profundizar sobre los avances de la ciencia en sus diferentes campos de estudio, conocer su aporte a la sociedad, intercambiar perspectivas sobre los retos y desafíos que afrontaremos. Así como aprender de las experiencias de los ponentes respecto a la ciencia. En tal sentido se presenta en este libro resumen los artículos científicos y revisiones bibliográficas de los ponentes internacionales y nacionales que participan en este evento.

**MscM. Yuri Reina Marín**  
**Director General de Difusión Publicación y Transferencia**  
**Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas**

# ÍNDICE

- 07-13 Valoración económica de servicios ecosistémicos, el caso de frutos de algarrobos en Santiago de Estero, Argentina
- 14-23 La biomecánica y su aporte en la calidad de vida
- 24-27 Estado actual de conocimiento de helechos y licófitas del Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado “Serranía del Iñao”, Chuquisaca, Bolivia
- 28-32 Uso de mandalas en el desarrollo de la creatividad de los niños de 05 años
- 33-37 La multidisciplinariedad en la investigación e innovación con fines de competitividad
- 38-44 Macroinvertebrados acuáticos indicadores de calidad de agua en el río Chira, Sullana, Piura - Perú
- 45-51 Calidad de vida y su relación con algunos factores sociodemográficos en adultos mayores que asisten a un hospital nacional de Perú, 2019
- 52-57 Geografía y nombres nativos de la papa del Perú
- 58-71 Etnobotánica de doce pobladores en el monte ribereño del río Chira, Piura - Perú
- 72-76 Parámetros óptimos de tratamiento alcalino para la extracción de aislado proteico de tarwi (*Lupinus mutabilis*)
- 77-82 Zooplancton marino en el sector Puerto Morin y Magdalena de Cao, La Libertad, 2017
- 83-86 Poliestireno en sedimentos de la playa La Bocana Trujillo, Perú, Agosto 2019
- 87-94 Aplicación de Estrategias investigativas en el desarrollo de habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes universitarios
- 95-100 Avifauna de los humedales costeros del departamento de La Libertad, 2016
- 101-106 Plantas con potencial biorremediador en el “Cerro El Toro” Siracmaca - Huamachuco, Perú, 2016
- 107-111 Sistemas de información para la dirección en empresas artesanales (plantas queseras) de la provincia de Hualgayoc - Cajamarca
- 112-117 Medición de Radón - 222 en los interiores de las viviendas de la provincia de Lambayeque, Perú utilizando detectores Lr 115
- 118-124 Comparación de dietas para *Colossoma macropomun* “gamitana” en etapa juvenil, formuladas con insumos regionales
- 125-131 Patogenicidad de hongos entomopatógenos sobre *Metamasis* sp “Picudo de la caña” bajo condiciones de laboratorio, Chachapoyas - Amazonas
- 132-136 Musicoterapia en la reducción del estrés académico en estudiantes universitarios, Chachapoyas, 2018
- 137-142 Desarrollar un modelo de predicción mediante espectroscopía en infrarrojo cercano (nirs) para la determinación de proteína cruda en subproductos de arroz (*Oriza sativa*)
- 143-149 Efecto del pH y enturbiantes en las características fisicoquímicas y organolépticas de una bebida fermentada de jugo de *Saccharum officinarum* L. “caña de azúcar”
- 150-153 Efecto del escaldado, pasteurización y ácido sobre la calidad de la pulpa de babaco (*carica pentagona*)
- 154-160 Evaluación de la comprensión de las fórmulas enlace- línea en un curso de química orgánica universitaria
- 161-166 Propagación *in vitro* de babaco (*Vasconcellea x heilbornii*) del distrito de Luya, región Amazonas
- 167-171 Crecimiento y desarrollo foliar de plantas de alfalfa (*Medicago sativa* L.), inoculadas con cepas de *Rhizobium*, aisladas de pajuro (*Erythrina edulis*)
- 172-177 Impacto en la calidad del agua de colector “Santa Lucía” ocasionado por los efluentes del camal municipal de Chachapoyas - 2018
- 178-184 Construcción y evaluación del funcionamiento de un prototipo de incubadora para usos múltiples, Chachapoyas, 2018
- 185-190 Estrategias de comunicación asertiva para promover la identidad de la cultura awajún de la comunidad nativa de Tutumberos - Aramango - Bagua - Amazonas, 2018
- 191-194 Eficiencia y tratamiento de aguas residuales utilizando lombrices californianas (*Eisenia foétida*) y el jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*), Chachapoyas, 2018
- 195-201 Evaluación del efecto de las hojas de *Stuchis arvensis* L. “sucsacha” sobre el nivel de glicemia en *Rattus rattus* var. *albinus*
- 202-207 Percepción y consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, hospitales Red Asistencial - Essalud, Amazonas - 2018
- 208-213 Ruido producido por el tránsito vehicular en el centro histórico de Chachapoyas - Amazonas . Perú, 2018

## Valoración económica de servicios ecosistémicos, el caso de frutos de algarrobos en Santiago del Estero, Argentina

Bruno Carlos <sup>1</sup>, Sarmiento Miguel <sup>2</sup>

### I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente la actividad forestal en el norte de Argentina ha sido netamente extractiva, sin dar lugar a la innovación tecnológica y a la especialización de la actividad. En varias regiones, la modalidad extractiva, basada en la tala de especies nativas sin reposición, ha reducido el valor forestal considerablemente. La expansión de las fronteras agrícolas-ganaderas, los incendios forestales y el crecimiento de las áreas urbanas también contribuyeron a la disminución del área forestal original en aproximadamente un 70% (Mariot, 1998; Guaglianone, 2001). Actualmente, los usuarios de los bosques reconocen que éstos suministran un amplio rango de beneficios ambientales, adicionalmente a los bienes valiosos como maderas, fibras, leña, plantas comestibles y medicinales. Los servicios ambientales que se reconocen a los bosques incluyen la protección de las cuencas, recreación y la belleza de los paisajes. Se ha demostrado que existen beneficios adicionales, tales como el papel en la estabilización del clima, el secuestro de carbono en la biomasa o como bancos de información genética. Los servicios valiosos que son suministrados por los bosques, están ganando la atención del mundo. Por eso hoy en día, los gobiernos, las compañías y los ciudadanos están reconociendo enormemente el amplio rango de servicios que los bosques suministran. También existen otros servicios como el uso recreativo y su contribución a las bellezas escénicas. La comunidad internacional reconoce la importancia global de los bosques para garantizar todos los servicios ambientales antes mencionados (MEA, 2005). Además, los bosques constituyen el medio de vida de más de 2.500 millones de personas en el mundo y proporcionan una amplia gama de beneficios económicos (MEA 2007). La institución WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza) reconoce que un buen manejo de los bosques es la única manera de lograr una gestión sostenible de todos los tipos de bosques (Pfeil y Sepp, 2008). Por todo eso, el conocer y valorar los bienes y servicios ecosistémicos, permite entender mejor de qué manera los activos naturales afectan la calidad de la vida en la Tierra (Daily, 1997; Daily et al., 2000;

Folke, 2006). Por consiguiente, debido a demandas como: diseño de políticas, toma de decisiones, pago por activos ecológicos, etc., se han multiplicado los esfuerzos dirigidos a estimar el valor de los bienes y servicios de la naturaleza, los cuales procuran ofrecer una medida de la capacidad de los ecosistemas para satisfacer necesidades esenciales a la vida. Resulta entonces necesario evaluar y valorar los servicios ecosistémicos del bosque a través de la integración de los contextos natural y socioeconómico, para caracterizar su estado e influencia en el comportamiento del ecosistema (Rótolo et al, 2007), así como también para generar políticas que favorezcan un balance entre los beneficios económicos y el manejo sustentable de los recursos en pos del bienestar de la región. Una adecuada valoración de los recursos naturales y sus usos permitiría, incidir en la evaluación de los proyectos de desarrollo, e incorporar opciones significativas con menor costo. Además, se podría contribuir a la eficiencia de los procesos productivos.

El objetivo del trabajo es calcular el valor económico del servicio ecosistémico de provisión de frutos para la obtención de harina de algarroba con fines alimenticios provenientes de bosques de algarrobos, en tres localidades de la provincia de Santiago del Estero, Argentina.

### II. MATERIAL Y MÉTODOS

#### Material

La región del Gran Chaco Americano (Figura 1) se localiza en el continente sudamericano, ocupando una superficie de más de 84.800.000 ha ocupado parcialmente cuatro países. La región forestal del Parque Chaqueño abarca 67.495.995 ha (Cartografía y Superficie de Bosques Nativos de Argentina, 2002), siendo la más grande del país, representando casi un 58 por ciento del total.



Figura 1 Ubicación del Parque Chaqueño en el contexto Nacional. Fuente: Atlas de Bosques Nativos (SAyDS, 2002).

<sup>1</sup>Ing. Forestal. Tesista de Doctorado en Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales- Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina

<sup>2</sup>Dr. Ing. Forestal. Profesor Cátedra de Economía y Política Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. Av. Belgrano 1912 (s) 4200 Santiago del Estero. Argentina +543854509500 interno 1223 E-mail: [sarmientomiguel@yahoo.com](mailto:sarmientomiguel@yahoo.com)

La provincia de Santiago del Estero posee una extensión de 145.690 km<sup>2</sup>, que representa un 21,6 % de la zona denominada como parque Chaqueño (Morello et al 202). Su territorio es una planicie que presenta una pequeña inclinación en dirección noroeste-sureste. Se encuentra ubicado entre los 25° 35' y los 30° 41' 20" de Latitud Sur y los 61° 34' de Longitud Oeste. Es una provincia típicamente mediterránea, que sólo es cruzada por dos ríos: el Dulce y el Salado, disímiles tanto en su caudal como en las posibilidades de aprovechamiento. Santiago del Estero está altamente condicionado por la cantidad, calidad y distribución de sus recursos naturales. Igualmente, la distribución de la población en su territorio es coherente con las posibilidades tecnológicas de aprovechamiento de esos recursos que han existido en cada una de las etapas de su desarrollo. La investigación se desarrolló en tres departamentos de la provincia de Santiago del Estero: Atamisqui, Silípica y Robles. Geomorfológicamente, el área se encuentra dentro de la unidad conocida como Llanura Chaqueña, una amplia cuenca de sedimentación, de poca pendiente e interrumpida por la presencia de paleocauces que definen los únicos elementos del relieve (INTA, 2009).

La vegetación nativa presente en cada uno de los sitios de estudio comprende a los bosques xerofíticos y semicaducifolios del Chaco Semiárido, que se extiende desde el oeste de Chaco y Formosa hasta el este de Salta y Tucumán incluyendo el noroeste de Córdoba y la totalidad de Santiago del Estero. En el Departamento Robles donde se encuentra uno de los sitios de estudio existe un área con forestaciones con algarrobo blanco en predios de productores forestales quienes se han beneficiado por la aplicación de la Ley 25080. Las demás áreas de estudio poseen otra situación de disponibilidad de recursos provenientes del monte, ya que no hay forestaciones y la recolección de vainas de algarrobo, es más compleja en su aplicación ya que se adaptan a la distribución natural existente del monte nativo (Sarmiento y Villarreal, 2015).

En el presente trabajo se enfocó el estudio en 3 asociaciones de productores locales: Asociación de Pequeños Productores de las Salinas Atamisqueñas (Dpto. Atamisqui); Asociación Guayacán de Arraga (Dpto. Silípica); y Cooperativa Agronaciente de Colonia El Simbolar (Dpto. Robles). Las mismas se ubican geográficamente en la provincia de Santiago del Estero tal como se muestra en la figura 2.

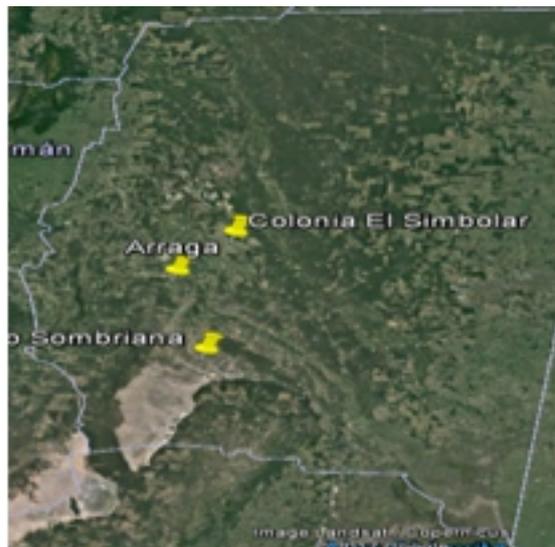


Figura 2. Ubicación del área de estudio Santiago del Estero. Fuente: Google Earth.

En cuanto a la descripción de los sistemas productivos de las familias involucradas en Atamisqui y Arraga son similares, ya que los mismos desarrollan, en mayor grado, actividades de tipo pecuarias (producción de animales menores como cabritos y mayores como bovinos). En otro orden de actividades los pobladores hacen uso del monte mediante la extracción de madera para muebles, leña y una incipiente recolección de vainas de algarrobo (*Prosopis alba* y *Prosopis nigra*) destinadas al consumo animal y humano (Sarmiento y Villarreal, 2015).

### Método

Se aplicó el Método de Valoración Contingente (MVC) clasificado como un método hipotético y directo (Azqueta, 1995) que se basa en la información que revelan las personas cuando se les pregunta sobre la valoración del bien ambiental objeto de análisis. Por lo tanto, un elemento fundamental de este método es el diseño de un cuestionario que recoja la valoración que las personas otorgan a los cambios que se producen en su nivel de bienestar ante una alteración en las condiciones de oferta del bien ambiental (Riera 1995). De esta forma, se evita el obstáculo que supone la ausencia de mercado para los bienes ambientales enfrentando a los consumidores con mercados hipotéticos en los cuales tienen la oportunidad de mostrar su disposición a pagar (DAP) o la disposición a ser compensados por el bien ambiental objeto de análisis (Riera, 1995; del Saz Salazar y Suárez Burguet, 1998; Sarmiento y Prieto 2005; Nunes and Nijkamp, 2011; Sarmiento, 2012). Es bastante recomendable cuando no existen precios de los bienes que se pretenden valorar (Carson, 2012). El atractivo potencial de las valoraciones

realizadas con este método es incuestionable si se lo compara con las valoraciones obtenidas con otros métodos no monetarios, ya que si las personas son capaces de estimar valores económicos para los bienes ambientales, entonces esta información puede ser de mayor utilidad que aquellos otros valores basados en actitudes o en medidas cualitativas (del Saz Salazar y Suárez Burguet, 1998) aunque se cuestionen los alcances (Borzykousky et al 2018). Una ventaja adicional de la valoración contingente es su alta flexibilidad para abordar todo tipo de bienes públicos y situaciones. De hecho, puede aplicarse a bienes tan diferentes como son, por un lado, los efectos que, sobre la salud de las personas, provocan la contaminación del aire y del agua y, por otro lado, puede utilizarse para estimar el valor económico de los servicios recreativos proporcionados por un área natural (del Saz Salazar y García Menéndez 1999). Como los sostienen estos autores, permite estimar los valores de no uso, como son los valores de existencia y opción, que no pueden ser observados indirectamente en mercado alguno relacionado con el bien público.

La implementación de un mercado hipotético a través de un cuestionario está integrada por tres elementos. En primer lugar, es necesario proporcionar al entrevistado la información sobre el bien que se pretende valorar de modo que éste pueda conocer adecuadamente el problema que se está tratando. En segundo lugar, se ha de abordar la formulación de la pregunta sobre la disposición a Pagar (DAP). Para ello debe quedar claro el vehículo y frecuencia del pago (adquisición de una entrada, incremento de impuestos, contribución a un fondo para la protección de la naturaleza, etc.) así como el formato de licitación, es decir, si la pregunta sobre la DAP es abierta (¿cuánto es lo máximo que usted pagaría?), dicotómica (responder “sí” o “no” a una determinada cantidad propuesta) o una combinación de ambas (formato mixto). Respecto al formato de licitación más idóneo, todavía no existe en la literatura una postura común. Por ejemplo, Hanemann (1994) señala que el formato dicotómico puede eliminar muchos de los sesgos que aparecen con el formato abierto. Sin embargo, del Saz y García Menendez (1999) sostiene que el formato abierto proporciona estimaciones más exactas y que bajo el formato dicotómico puede aparecer un posible sesgo al alza ya que el precio de salida mostrado al individuo le proporciona información sobre el bien objeto de estudio. Y, en tercer lugar, se obtiene información sobre las características socioeconómicas de los entrevistados al objeto de poder estimar una función de valor, donde la DAP declarada venga explicada por esas mismas

características y otras variables relevantes en concreto, la DAP puede venir explicada por la siguiente función de Navrud y Mungatana (1994):

$$DAP = f(Y_i, A_i, E_i, C_i)$$

donde  $Y_i$  es la renta del individuo,  $A_i$  su edad,  $E_i$  su nivel educativo y  $C_i$  es una variable que mide la calidad del bien ambiental. Mediante esta relación lo que se pretende es probar la validez teórica del método de valoración contingente, ya que el signo de los coeficientes estimados tiene que coincidir con lo que la teoría económica predice. Por ejemplo, debe haber una relación positiva y significativa entre la renta del individuo y la DAP declarada ya que, en caso contrario, se cuestionaría la validez teórica del resultado alcanzado (Riera, 1995; Borzykousky et al 2018).

### III. RESULTADOS

Los resultados de este trabajo apuntan a determinar cuál sería la suma que estarían dispuestos a destinar (DAP) mensualmente por hectárea para asegurar la permanente producción de vainas para los diferentes usos que le da a las mismas. Para obtener esa respuesta, en la encuesta se ofrecía diferentes sumas para que el encuestado eligiese alguna que represente sus disposición a pagar (o a destinar esa suma de dinero). El análisis de esos datos es similar al anterior y, como se comentó en párrafos anteriores, antes de realizar la determinación del área bajo la curva se hicieron análisis para determinar la función (lineal, polinómica, exponencial, logarítmica, etc.) que ajuste mejor a la distribución de los valores de DAP's. La función que mejor ajusta la distribución de esos datos con un coeficiente de correlación  $R^2$  de 0,96 es una Polinómica. Luego se determina el área debajo de la curva, (Figura 3) que representa el excedente del consumidor (EC) de la muestra estudiada, mediante el cálculo de la integral de la función antes seleccionada con el software Symbolab.

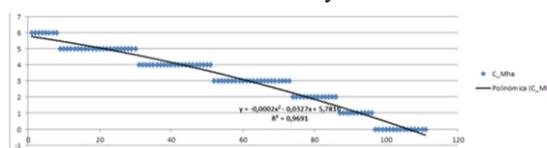


Figura 3. Gráfico de distribución de datos DAP (con la variable C\_Mha) función que representa esos datos y ajuste de la función.

La función que mejor describe la distribución de los datos obtenidos es la polinómica definida en la siguiente expresión.

$$\int_1^{111} -0.0002x^2 - 0.0327x + 5.7816 dx$$

De donde se obtiene el siguiente valor que representa la superficie debajo de la curva de la figura 4.

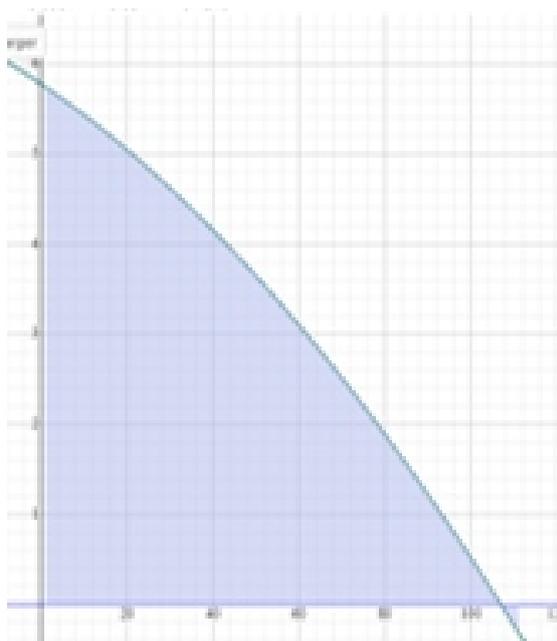


Figura 4. Área debajo de la curva de disposición a pagar (DAP) una suma libre. Fuente: software Symbolab.

El Excedente del Consumidor (EC) mensual para la muestra estudiada (n = 111) calculado mediante la resolución de la integral de la función polinómica es igual a 343.369 \$/mes.

$$ECI = EC/n$$

$$ECI = 343.369 \$/mes / 111 \text{ casos}$$

$$ECI = 3.093,41 \text{ \$/mes/persona (Excedente del Consumidor Individual)}$$

$$ECT = ECI * N$$

$$ECT = 3.093,41 \times 1.097$$

Haciendo la misma consideración anterior desde el punto de vista de que la provisión de vainas dura tan solo 1 mes, la valoración queda:

$$ECAT = 3.093,41 \text{ \$/mes/persona} \times 1.097 \text{ personas} \times 1 \text{ mes/año}$$

$$ECAT = 3.393.470 \text{ \$/año (para un mes considerándolo al año de provisión)}$$

Esta suma monetaria superior a los 3 millones de pesos (US \$113.100,7 a un tipo de cambio de 1 dólar estadounidense a 30 pesos argentinos a agosto de 2018) anuales en la provincia, representa lo que está dispuesta a pagar (DAP) la población de personas relacionada a la producción de vainas de algarrobo blanco, para mantener el nivel de producción de vainas en el ecosistema que viven. Comparándose ambos valores obtenidos se puede determinar que los 3.393.470 \$/año de disposición a pagar (DAP) es mayor que 1.679.155 \$/año la disposición a recibir

una compensación (DAC). Esto puede deberse a que las personas propietarias de los predios consideraron un valor infinito y no aceptaban ningún monto de dinero a cambio de los servicios de sus algarrobales. Por otro lado, el valor superior en DAP se debe a que gran parte de los productores consideró muy importante destinar parte de sus ingresos monetarios a mantener los servicios ecosistémicos (de provisión) de sus bosques.

### Influencia de variables sociales en la DAP

Para analizar la influencia de las variables sociales en la DAP se aplicó una regresión lineal múltiple tomando como variable dependiente la cantidad máxima de dinero (CMA\_Din) que estarían dispuestos a destinar los productores al sistema para que mantenga un determinado nivel de producción. Se consideraron para este análisis las variables independientes Ingreso mensual, Género, Nivel de estudios, Ocupación y Edad.

La tabla 1 contiene varias tablas que responden a los resultados arrojados por el programa aplicado al análisis de la regresión.

Tabla 1 Análisis de regresión lineal múltiple.

Variables Entered/Removed <sup>b</sup>						
Model	Variables Entered	Variables Removed	Method			
1	Ing_Mens, Género, Niv_Estu, Ocupación, Edad <sup>a</sup>		Enter			

<sup>a</sup> All requested variables entered.  
<sup>b</sup> Dependent Variable: CMa\_Din

Model Summary									
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.249 <sup>a</sup>	.052	.017	194,285	.062	1,383	5	105	.237 <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Predictors: (Constant), Ing\_Mens, Género, Niv\_Estu, Ocupación, Edad

ANOVA <sup>b</sup>						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	260960,9	5	52192,172	1,383	.237 <sup>a</sup>
	Residual	3963409	105	37746,748		
	Total	4224369	110			

<sup>a</sup> Predictors: (Constant), Ing\_Mens, Género, Niv\_Estu, Ocupación, Edad  
<sup>b</sup> Dependent Variable: CMa\_Din

Coefficients <sup>a</sup>								
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error				Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	269,526	98,518		2,731	.007	-73,883	464,369
	Edad	29,778	23,386	.157	1,273	.206	-16,594	76,149
	Género	-42,304	44,268	-.108	-.956	.341	-130,079	45,471
	Ocupación	14,724	9,378	.180	1,570	.118	-3,870	33,318
	Niv_Estu	-25,125	26,698	-.096	-.941	.349	-78,063	27,813
	Ing_Mens	3,126	16,018	.026	.195	.846	-28,635	34,886

<sup>a</sup> Dependent Variable: CMa\_Din

Como se observa en la tabla anterior se analizó si es que había algún tipo de influencia de alguna de las variables de carácter social, en la variable cantidad máxima de dinero. Del análisis se concluye que las variables no poseen incidencia significativa en la variable dependiente.

## IV. DISCUSIÓN

Tello et al. 2018, realizaron un estudio al sur de la provincia de Córdoba, Argentina sobre un remanente de 40.000 hectáreas de caldenal (formación vegetal de Prosopis caldenia) aplicando el método de valoración contingente con formato de pregunta múltiple. Los resultados muestran que el 92,5% de

los hogares percibe que el bosque de caldén se reducirá sin la intervención y existe DAP para cambiar el status quo. El modelo econométrico es estable y con los signos esperados en los parámetros estimados. La DAP promedio varía: entre \$19 y \$51 mensuales (a valores del 2015) por hogar en los distintos modelos aplicados, y no presenta diferencia estadísticamente significativa entre ambas localidades encuestadas. Actualizados los valores al año 2018 pasan a ser \$47,7 y \$128 respectivamente los correspondientes a la valoración de DAP/mes. Se trata de valores muy inferiores a los obtenidos en este trabajo, que son de \$3.093/mes para la zona de estudio. Se podría llegar a interpretar que la valoración que le dan al bosque de Caldén es inferior a la que le dan a los algarrobales del semiárido Santiagueño.

Por otro lado Escobar y Erazo (2006) realizaron una estimación comparativa de valoración contingente (MVC) y Método del Costo de Viaje (MCV) en la reserva natural del Bosque de Yotoco (BY) que se ubica en Colombia. La aplicación del MVC permitió obtener el valor económico del Bosque asociado al disfrute paisajístico ante un cambio de calidad, siendo el valor obtenido con el método de costo de viaje (MCV) un valor de \$4.395 y con valoración contingente de \$4.981 por visitante. Actualizado esos valores anuales al año de estudio de esta tesis los \$4.981 colombianos equivalen a US \$47,99 y los \$4.395 colombianos a US \$42,35. Se puede interpretar que por los valores obtenidos en el trabajo planteado por Escobar et al (op cit) la población encuestada (visitantes a la Reserva) puede llegar a tener una percepción diferente a la tendrían los pobladores del lugar. En particular en este trabajo se aplicó el Método de Valoración Contingente arrojando valores diferentes al realizado por Escobar y Erazo (op. cit).

Mantulak et al. (2014) en Misiones Argentina, aplicaron el MVC para determinar los valores que los bosques representaban para los pobladores de Eldorado. Los resultados indican que los encuestados asignaron un valor monetario de \$2.025 por hectárea y por año al servicio ambiental, y se concluyó que sin bosque protector, aumentan el caudal máximo y el estado torrencial de la cuenca. Las familias están dispuestas a pagar por los servicios ambientales hidrológicos que brindan los bosques nativos a la cuenca vertiente; y se recomienda realizar más estudios para diseñar un sistema de pagos por servicios ambientales, considerando que esta cuenca hidrográfica desagua en el arroyo Piray Miní, a poca distancia aguas arriba de la toma del sistema público de abastecimiento de agua de Eldorado. El valor de \$2.025 (año 2014)

actualizado a 2018 es \$7.019. Este valor es mayor al obtenido en este trabajo de investigación (\$3.093), determinándose que la mayor valoración está condicionada por la función de protección del bosque en la zona estudiada.

En Córdoba, Argentina, Arán et al. (2015), realizaron una valoración económica de los habitantes de Río Ceballos sobre el Bosque Nativo de la Reserva, con la hipótesis de que podría crearse un fondo para la conservación de este bien ambiental. El método utilizado fue el de la valoración contingente. También se incluyeron en la encuesta preguntas sobre el nivel de conocimiento del servicio ecosistémico de regulación de cuencas del Bosque. Se obtuvo un valor de 9,13 \$/mes/hogar como disposición a pagar para la conservación del Bosque Nativo de la Reserva La Quebrada. El 79% de los encuestados afirmó conocer el servicio ecosistémico mencionado previamente. El valor de \$9,13 (año 2015) actualizado a 2018 es \$22,68 multiplicado por 12 meses daría un valor igual a 272,16 \$/año. La valoración obtenida en la provincia de Córdoba es tan solo un 8,7% del valor obtenido en esta investigación.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados del MVC concuerdan con los valores obtenidos en otras investigaciones. La aplicación del MVC resulto buena si se tiene en cuenta que los productores no habían participado antes en una evaluación de este tipo en el que se intenta encontrar el valor económico de los servicios ecosistémicos.

Las respuestas obtenidas reflejan la importancia que los productores/recolectores de vainas de algarobas les otorgan a las mismas y a la conservación de ellas.

Se pudo obtener información de carácter socioeconómico que está íntimamente relacionada con las DAP.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arán Daniela Silvina, Felsztyna Iván y Pablo Yair Huais, 2015. Valoración económica de la población de Río Ceballos sobre el bosque nativo de la Reserva Hídrica Natural del Parque La Quebrada. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Azqueta, D. 1995. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill Editores. España. p. 288.
- Azqueta, D. 2002 Economía Ambiental. Mc Graw-Hill
- Borzykowsky, N.; Baranzini, A.; Maradan, D. 2018.

- Scope Effects in Contingent Valuation: Does the Assumed Statistical Distribution of WTP Matter. *Ecological Economics* 144 (2018)319-329
- Briones, G. 1997. Métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales. Segunda Edición. Editorial Trillas México
- Bruno, C. y Sarmiento, M. 2017. Percepción del ecosistema bosque y servicios ecosistémicos por actores locales de Colonia El Simbolar, Santiago del Estero, Argentina CAEP.
- Carson, R. 2012. Contingent Valuation: A Practical Alternative When Prices Aren't Available. [Journal of Economic Perspectives](#) 26(4):27-42
- Cristeche, E. y J. Penna. 2008. Métodos de Valoración Económica de los Servicios Ambientales. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales N° 3. Ediciones INTA, Buenos Aires. 55 p.
- Daily, G. 1997. Introduction: What are ecosystem services? Pp. 1-10 en: Daily, C.G. (ed.). *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, D.C. EE.UU.
- Daily, G. T. Söderqvist, S. Aniyar, K. Arrow y P. Dasgupta, 2000. The value of nature and the nature of value. *Science* 289:395-396.
- del Saz Salazar y Suárez Burguet. 1998. El valor de uso recreativo de espacios naturales protegidos: aplicación del método de valoración contingente al Parque Natural de L'Albufera Economía Agraria, 182 pp. 239-272
- del Saz Salazar y García Menéndez 1999 Valoración contingente y provisión de bienes públicos. Modelo Spike versus Disposición a pagar mínima legal. Universidad de Valencia. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3143543.pdf>
- Escobar, L. y Erazo, A. 2006. Valoración ambiental de los servicios ambientales del bosque de Yotoco. Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje. *Gestión y Ambiente* Vol9 num 1 pp. 25-38
- Folke, C. 2006. The economic perspective: conservation against development versus conservation for development. *Conservation Biology* 20(3):686-688.
- Giménez A. y Moglia J., 2003. Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico.
- Guaglianone, L. 2001. Análisis y evaluación del impacto del modelo obrajero-forestal en el Chaco Santiagueño. Tesis de Maestría de Estudios Sociales Agrarios. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Argentina.
- MEA. 2005. Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- MEA. 2007. Forest and Woodland Systems. Conditions and Trends in the Millennium Ecosystem Assessment. Millennium Ecosystem Assessment Program, Kuala Lumpur, Malaysia, Island Press, Washington, D.C. EE.UU.Pp. 585-621.
- Mantulak, M.; Martínez Duarte, J.; Arendhart O.; Bernio, J.; Wanderer, R. y Martínez, O. 2014. Valoración económico ambiental hidrológico del bosque native de la Cuenca arroyo Schwarzenberg, Eldorado Misiones. *Visión de Futuro* Año 11, Volumen N°18, N° 2, Julio – Diciembre 2014– Pág. 82–96
- Mariot, V. 1998. Situación Forestal. En *Retrato de un Siglo. Una visión integral de Santiago del Estero desde 1898*, Ediciones El Liberal pp. 377-390.
- Morello, J; Rodríguez A.; Silva Mariana. 2012. Ecorregión del Chaco Seco Capítulo 4. En *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos* Editores G E P A M A . F A D U , U B A : [https://www.researchgate.net/publication/303376164\\_Ecorregion\\_del\\_Chaco\\_Seco\\_Capitulo\\_4](https://www.researchgate.net/publication/303376164_Ecorregion_del_Chaco_Seco_Capitulo_4) [accessed Aug 06 2019].

- Navrud, S y Mungatana, ED. 1994. Valoración ambiental en países en desarrollo: el valor recreativo de la observación de la vida silvestre. *Ecological Economics*, 11 (2): 135–51.
- Nunes, P. and Nijkamp, P. 2011. Economic Valuation, values and Contingent Method: an overview. [Regional Science Inquiry, Hellenic Association of Regional Scientists, vol. 0\(1\), pages 95-116, June.](#)
- Penna, J.y E. Cristeche. 2008. La Valoración de Servicios Ambientales: Diferentes Paradigmas. *Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales* N° 2. Ediciones INTA, Buenos Aires. 44 p.
- Pérez-Carrera A.; Moscuza, C. y Fernández-Cirelli A. 2008. Efectos socioeconómicos y ambientales de la expansión agropecuaria. Estudio de caso: Santiago del Estero, Argentina. *Ecosistemas* 17(1):5-15.
- Pfeil, E. von y Sepp, C. 2008 *Gobernanza Forestal en un Mundo Rápidamente Cambiante: Desarrollo de Capacidades por la GTZ*. Eschborn: GTZ. Disponible en: <http://www.ibcperu.org/doc/isis/9040.pdf>.
- Riera, P. 1995. *Manual de valoración contingente*. Instituto de Estudios Fiscales. España
- Rótolo, G., T. Rydberg, G. Lieblein y C. Francis. 2007. Emergy evaluation of grazing cattle in Argentina's Pampas. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 119:383-395.
- Sarmiento, M. y Prieto, A. 2005. Métodos de valoración ambiental: un nuevo método basado en la variación del Producto Interior Bruto. *CT-Catastro* N° 53 abril 2005, pp. 69-101. Ministerio de Hacienda España.
- Sarmiento, M. 2012. *Desarrollo de un nuevo método de valoración ambiental*. Editorial Académica Española. LAP Lambert Academic Publishing. GMBH & Co. KG. Saarbruken Germany.
- Sarmiento, M. y M Villarreal. 2015. Principales limitaciones en la producción y comercialización de harinas de frutos del monte nativo en tres asociaciones de productores en Santiago del Estero, Argentina. *Jornadas Interdisciplinarias de estudios Agrarios y Agroindustriales Argentinos y Latinoamericanos*, del 3 al 6 de noviembre de 2015 Facultad de Ciencias Económicas UBA.
- Tello, D.; de Prada, J.; Cristeche E. 2018. [Valoración económica del bosque de caldén \(Prosopis caldenia Burkart\) en el sur de Córdoba, Argentina. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente Volume XXIV, issue 3, September-December 2018](#)

## La biomecánica y su aporte en la calidad de vida

Juan Ramírez, PhD  
 Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia  
 jframirp@unal.edu.com

### I. INTRODUCCIÓN

El Grupo de Investigación en Biomecánica e Ingeniería de Rehabilitación (GIBIR) de la Universidad Nacional de Colombia está establecido en la sede Medellín de esta Universidad, contando con el equipo necesario para llevar a cabo los experimentos con un grupo de profesionales comprometidos con el desarrollo de este. El GIBIR se enfoca en el desarrollo de proyectos que permitan responder a problemas de salud desde la perspectiva de la ingeniería, buscando relaciones con empresas locales y personas del sector de la salud que confirmen la viabilidad y pertinencia de estos. El fin último de los proyectos abordados, es mejorar la calidad de vida de los seres vivos con lesiones músculo-esqueléticas y problemas médicos en general, logrando además la generación de productos tecnológicos y de nuevo conocimiento. Desde sus inicios ha venido trabajando en temáticas relativas a los amputados transfemorales y más recientemente en potencializar el uso de espumas metálicas de magnesio en implantes biomédicos, empleando herramientas como los métodos computacionales para simular el comportamiento mecánico de las espumas metálicas. A la fecha, se han finalizado cuatro trabajos de grado, nueve tesis de maestría cuatro de ellas con distinción de laureado y tres tesis de doctorado. Cabe aclarar que todas las tesis finalizadas y en marcha están enmarcadas en temáticas relativas a la biomecánica en amputados y al uso de espumas metálicas para aplicaciones biomédicas.

En particular, los proyectos científicos enmarcados en las tesis de maestría o doctorado [1 -11] desarrollados por el GIBIR han permitido avanzar en el conocimiento específico de temas tan importantes como: consecuencias del uso de las prótesis de miembro inferior sobre el estado de esfuerzos en cartílagos articulares de cadera [12], sobre la desmineralización ósea [13, 14], cinemática de la marcha del amputado transfemoral y una primera aproximación a las fuerzas que se generan en el socket [15], esfuerzos generados sobre el muñón del amputado tras la postura del socket [16], valoración de los coeficientes de fricción generados en la interacción socket/muñón de un amputado [17], respuesta mecánica de los tejidos blandos [18, 19], percepción de confort del amputado con el uso de su

prótesis [20], desarrollo de materiales porosos bioabsorbibles para ser usados como scaffolds [21, 22], etc. nuir el potencial.

A continuación se describe de manera simple los resultados que se configuran como la base del repositorio del grupo:

- 20 estudios segmentados de tomografía axial computarizada (TAC) de miembros inferiores de individuos con amputación unilateral transfemoral.
- 20 modelos CAD de los miembros residuales, en los cuales se discrimina hueso (fémur residual) y el tejido blando.
- 20 modelos CAD de fémur sano (de pacientes amputados), discriminando geometría cortical de la trabecular.
- 20 modelos CAD de los sockets usados por los individuos con amputación unilateral transfemoral.
- 20 modelos numéricos desarrollados en ABAQUS, donde se establece el estado de esfuerzos en la interacción socket/muñón de los amputados transfemorales.
- Protocolo de análisis de marcha, adaptado para individuos con amputación a nivel transfemoral.
- 1 tribómetro de desplazamiento longitudinal, con el cual es posible establecer valores de Coeficiente de Fricción (COF) entre dos superficies (máquina no portable).
- 1 tribómetro portátil, con el cual es posible establecer valores de coeficiente de fricción entre dos superficies (en particular una de ellas es la piel) y para cualquier lugar del cuerpo humano. En especial es de interés para establecer los valores del COF en el miembro residual durante su contacto con el material del socket.
- Instrumento de valoración de la percepción de confort con el uso de prótesis en amputados transfemorales (desarrollado en una App).
- Indentador portátil para establecer fuerzas y desplazamientos en montajes que involucren tejidos blandos.
- 32 estudios de resonancia magnética de piel de antebrazo de personas sanas.
- 20 modelos numéricos desarrollados en FEBio, donde se establecen el estado de esfuerzos de la piel comprimida por un indentador esférico.
- Ecuaciones constitutivas de la piel, discriminadas por capa y en función del espesor de las mismas.
- Protocolos y equipos de fabricación para el desarrollo de espumas metálicas.

- Espumas metálicas en aleación de magnesio, con distribución aleatoria de poros.
- Protocolos de modificación superficial de espumas metálicas.
- Equipo de estimulación y adquisición de señales de electroencefalografía.

## II. JUSTIFICACIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define discapacidad como un término sombrilla en el cual se incluyen varias definiciones que se refieren de manera general, a los aspectos negativos de la interacción entre el individuo (con un problema de salud) y los factores contextuales de éste (factores ambientales y personales) [23]. Al definir la discapacidad como una interacción, se infiere que ésta no es simplemente un atributo de la persona, sino también de los ambientes que generan barreras para la participación e inclusión de estos individuos.

Asimismo, las personas con discapacidades generalmente tienen una salud deficiente, menores logros académicos, menores oportunidades económicas y mayores riesgos de pobreza que las personas sin discapacidades [23]. Esto se debe principalmente a la falta de servicios disponibles para ellos y la gran cantidad de obstáculos que tienen que enfrentar en su vida diaria [23]. Por lo tanto, la rehabilitación funcional contribuye a disminuir la brecha existente entre individuos con discapacidad y su entorno, facilitando la interacción entre ellos y sus factores contextuales.

La Asociación Colombiana de Medicina Física y Rehabilitación estima que la incidencia de la amputación en el país se da de 200 a 300 personas por cada 100.000 habitantes. Esta cifra se calcula teniendo en cuenta que del 10% de colombianos en situación de discapacidad, entre el 5% y el 10 % son personas con alguna amputación [24]. Cabe señalar que aunque los nuevos casos de minas antipersona en el país han disminuido durante los últimos años, existe un gran número de víctimas amputadas que ha dejado el conflicto armado, los cuales siempre requerirán de una prótesis para sustituir los miembros faltantes [25].

Actualmente, las personas amputadas pueden presentar varios problemas médicos debido a un mal diseño del socket. Algunos de los problemas son: úlceras, ampollas, quistes, edemas, irritación de la piel, dermatitis alérgica [26], decoloración por succión, hiperplasia [27], hiperemia, gangrena, foliculitis bacteriana, furúnculos [28], o dolor (principalmente causado por un aumento o reducción del volumen del muñón, un mal alineamiento o un

impacto al interior del socket) [29].

En el caso específico de los amputados transfemorales, además de los problemas médicos antes mencionados, la marcha del paciente con prótesis se convierte en una marcha significativamente asimétrica, sin importar las características de la prótesis o sus componentes. Cuanto más asimétrico es el patrón de marcha y más irregular la cadencia, mayor es el costo energético al caminar (la asimetría también aumenta la demanda de energía para adaptaciones posturales y reacciones de balance) [30]. La mayoría de amputados transfemorales que no tiene problemas médicos adicionales y han sufrido de un procedimiento quirúrgico convencional, tiene un gasto energético un 65% mayor que las personas no amputadas cuando realizan una caminata en un suelo plano y a una velocidad regular [31]. Los problemas que se pueden presentar debido a un mal ajuste entre el socket y el muñón incluyen: restricción del movimiento en aducción [32], flexión lateral del tronco (debido a un socket abducido o un insuficiente soporte en la pared lateral del socket), base de marcha ampliada (o marcha abducida, puede deberse a presión del borde medio del socket o a un socket abducido), circunducción (debido a un socket pequeño), latigazos en la fase de balanceo (debido a un socket muy apretado o un moldeado incorrecto del socket con respecto a los músculos), y/o lordosis exagerada (debido a una flexión insuficiente del socket o un soporte insuficiente del borde anterior del socket) [33].

Asimismo, la fricción juega un papel muy importante en la funcionalidad del socket ya que puede tener un efecto tanto perjudicial como benéfico. Por un lado, la fricción previene que la prótesis se deslice respecto al muñón durante la fase de balanceo y ayuda a soportar las cargas verticales durante la fase de apoyo. Estas cargas se presentan en forma de esfuerzos tangenciales en el muñón y su magnitud depende directamente del coeficiente de fricción entre la piel y el socket. Por otro lado, un coeficiente de fricción entre la piel y el socket muy alto puede dañar la piel debido a altos esfuerzos tangenciales, mientras que un bajo coeficiente de fricción requeriría una presión (esfuerzo normal) interfacial mayor para soportar el peso del cuerpo (cargas verticales); y también podría generar heridas por abrasión en la piel y disminuiría la capacidad del amputado de controlar su prótesis. Asimismo, en el caso de intentar solucionar el problema de deslizamiento por medio de un aumento en la presión del muñón a través de un socket más ajustado, se puede generar dolor o, inclusive, daño de los tejidos [34, 35].

Las investigaciones han mostrado que la magnitud de las fuerzas de fricción depende de muchos factores, como: las propiedades de las superficies de contacto, el tipo de movimiento entre las dos superficies, las condiciones de contacto (como lubricación y conductividad térmica), y la naturaleza de la fuerza que mantiene unidas las superficies [35]. En el caso específico del coeficiente de fricción entre el socket y el muñón del amputado, experimentos realizados por Ramírez [36] han demostrado que los tres factores más significativos en la determinación de éste son: la rugosidad del socket, el sudor y la vellosidad. Estos factores varían de individuo a individuo, lo cual implica que, aunque se defina un valor del coeficiente de fricción que balancee los efectos de la fricción en el muñón, la aplicación de este conocimiento es bastante compleja ya que depende directamente de las características únicas de cada individuo.

Con base en todo lo anteriormente expuesto, es posible afirmar que la calidad de vida y posibilidades de reinserción social de los individuos amputados en el nivel transfemoral depende en gran medida de los avances y desarrollos médicos, terapéuticos, técnicos y tecnológicos que se logren. Si se tiene en cuenta que las grandes casas fabricantes de prótesis se enfocan principalmente en los componentes articulares (rodilla, pie) mientras que los complementos se dejan al desarrollo local, es allí precisamente donde las características propias de la población colombiana y la disponibilidad técnica y tecnológica de su entorno se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar un componente apropiado. En ese sentido, es posible afirmar que para un sistema protésico de miembro inferior, el desarrollo de un componente como lo es un socket ajustado a las características y necesidades colombianas es de suma importancia.

Las personas que han sufrido amputación por trauma, también pueden estar sujetas a la consolidación de fracturas mediante sistemas de apoyo. Entre ellas, la fijación con placas metálicas del hueso en una fractura suma mayores costos de atención debido a que necesitan una segunda intervención quirúrgica para ser retiradas. Además, tienen implicaciones para el paciente como fracturas tras el retiro del material, aumento indeseable del volumen en el sitio y dificultades estéticas, esto sumado a nuevas estancias hospitalarias e incapacidades. De ahí que sea necesaria la fabricación de un dispositivo que establezca los procedimientos reconstructivos con la misma capacidad mecánica de los implantes metálicos, que

permita la reparación activa del hueso para reducir el tiempo de osteointegración y que el cuerpo lo convierta fácilmente en un producto metabólico no tóxico para que desaparezca a medida que el hueso vaya recuperando su ubicación natural.

Las estadísticas relacionadas con este tipo de lesiones en Colombia son limitadas, no obstante, se conoce que los tratamientos para muchas de ellas, por el compromiso óseo, requieren reconstrucción y fijación con material de osteosíntesis [37]. La elección de la modalidad de fijación es muy variable, muchas de estas fracturas son similares a fracturas de orígenes civiles y generalmente son tratadas de manera idéntica. Sin embargo, existen otras lesiones de alta energía, con heridas en los tejidos blandos, altamente contaminadas y pérdida segmentaria de tejido. En estos casos se requiere especial consideración respecto al tipo de implante que se va a usar. Por ejemplo, los clavos intramedulares usualmente se emplean en la reparación de fracturas de diáfisis femoral, teniendo en cuenta las dificultades prácticas para la fijación externa del fémur, mientras que las fracturas del eje tibial suelen tratarse con fijación externa [38].

En todos los casos, la fijación de lesiones crea lesiones quirúrgicas adicionales sobre los tejidos ya comprometidos. En los registros de lesiones de las guerras más recientes, las lesiones por explosión de extremidades han informado tasas de complicaciones del 35-87% [39]. Las complicaciones incluyen una función deficiente secundaria a la pérdida de tejido compuesta segmentaria, infección, osificación heterotópica, artrofibrosis y conversión tardía a amputación.

## PRÓTESIS

En términos de confort y funcionalidad, particularmente el socket es el elemento más importante para determinar la calidad del ajuste de la prótesis con el individuo, ya que el socket es el que provee la unión entre el muñón y la prótesis [26, 32].

Una prótesis de miembro inferior para amputados transfemorales se compone principalmente de un socket con o sin liner, un sistema de suspensión, rodilla protésica, elementos de unión (vástagos y elementos de alineación) y un pie protésico [40]. A la fecha, a nivel mundial es posible encontrar en el medio varios tipos de sockets: cuadrilateral, de contención isquiática – IRC (Ischial-Ramal Containment) por sus siglas en inglés, flexible, el socket anatómico de Marlo – MAS (Marlo Anatomical Socket) por sus siglas en inglés, entre otros, [32, 40, 41].

Entre las funciones del socket se encuentra el contener cómodamente los tejidos blandos cuando el paciente está en bipedestación o sentado, aliviar las superficies más próximas a los huesos, distribuir una presión estabilizadora en el fémur y la pelvis, y proveer una superficie adecuada para soportar el peso en la región de los isquiotibiales y el glúteo [30]. Sin embargo, la forma del socket no es una réplica exacta del muñón, sino que sobre éste, se realizan por parte del técnico protesista, algunas modificaciones apropiadas para permitir que la transferencia de carga sea más efectiva. Estas modificaciones pueden depender de la forma del muñón, propiedades de los tejidos y la tolerancia de los tejidos blandos a la carga [42], lo que convierte a la fabricación del socket en un proceso en el que cada diseño se adapta de manera particular de acuerdo a las condiciones de cada paciente y en la que su éxito depende en gran medida de la capacidad del técnico protesista.

#### Confort

Cuando se discute sobre el confort en la interacción socket - muñón, se encuentran relaciones con situaciones comúnmente vividas por los amputados y se plantea una relación directa entre el ajuste del socket y el confort con el mismo [27, 43, 46]. También se asocian sensaciones de dolor con el no confort, reconociendo que éste no necesariamente está relacionado con el dolor [43, 44]; es decir, que la ausencia de confort puede tener otros elementos constitutivos. Por último, se asocia con la alineación estática y dinámica del sistema protésico durante su adaptación al individuo, con la subsecuente transmisión y distribución de presiones que determina el confort en el patrón de marcha del amputado [45].

Cuando se analiza el confort desde una visión más global, es decir, del individuo en situación de discapacidad al interior de una sociedad, es posible plantear que el confort es una sub-escala del bienestar tanto físico como social, y estos a su vez están contenidos en la calidad de vida del individuo, la cual es representada de una manera general por el grado de recuperación del amputado y puede ser medida a través de la independencia que el individuo tenga para desarrollar actividades cotidianas [47]. Otros autores plantean que la ausencia de confort es una parte importante de muchas enfermedades, frecuentemente tan importante como lo es la misma disfunción y por tanto debe ser reconocido como parte integral de los índices del estado de salud y las escalas de enfermedad [48].

En la medición de confort con el socket varios autores coinciden en la ausencia de una escala cuantificable de confort [43, 44, 46, 49, 50]. Algunos de ellos plantean relaciones entre percepción de presión y sensación de no confort [43], valoran el

nivel de confort logrado con el ajuste del socket [46], o simplemente definen el confort como una parte constitutiva de la descripción de la satisfacción con el uso de la prótesis [51], sin identificar cuáles son todos los factores que inciden en el confort y su tratamiento en el modelo experimental para medirlo, además involucran unos valores de correlación de estos factores sobre el nivel del confort bastante inciertos que impiden la comparación entre los resultados presentados por diferentes autores. Sin embargo, [20], ha hecho un abordaje amplio del término confort y ha propuesto que éste en los amputados transfemorales viene descrito por 6 factores: Funcionalidad, Dolor, Bienestar, Social, Apariencia, Psicológico.

#### Tribología de piel

Desde un punto de vista científico, el mayor desafío que se puede presentar en el diseño de un socket para una prótesis de miembro inferior es obtener una distribución de esfuerzos adecuada en la interfase muñón/socket. Estos patrones de distribución dependen principalmente de la geometría, las propiedades biomecánicas y el umbral de dolor en los muñones [27]. Debido a esto, a lo largo de los años se han realizado investigaciones sobre la distribución de carga en el miembro residual, en las cuales se analizan los esfuerzos generados debido a la interacción entre el socket y el muñón. Estas investigaciones se han realizado principalmente a través del Método de los Elementos Finitos y prácticas experimentales, tanto para amputados transfemorales como transtibiales [36, 42, 52, 53]. Estos análisis han permitido obtener un mejor entendimiento de los efectos que tiene las modificaciones de los sockets, las propiedades de los materiales con que son fabricados los sockets y los liners, la alineación, la geometría del muñón, y las propiedades mecánicas y de fricción en la interfaz socket/muñón en la distribución de esfuerzos sobre el muñón [63].

Así mismo, Ramírez [36] ha realizado estudios sobre la percepción de confort en los amputados, definiendo como los factores más importantes la funcionalidad y el dolor. Por lo tanto, al mejorar la funcionalidad del socket a través de una mejoría en el control de la prótesis y al evitar el dolor reduciendo las presiones localizadas y el deslizamiento en la interfase muñón/socket se generaría un gran impacto en la mejora de la calidad de vida de los amputados. Por lo tanto, tener en cuenta los parámetros tribológicos de diseño para un socket que permitan mejorar la funcionalidad del socket sin generar dolor en el amputado, a través de la modificación del material y la superficie interna del socket es de suma

importancia.

### Propiedades mecánicas de tejido blando

Las propiedades mecánicas de los tejidos blandos son de gran interés para diferentes aplicaciones médicas, como los procedimientos de intervención con ayuda de computadora y de imágenes médicas [54]; el diagnóstico de cáncer, la planeación de tratamientos [55] e imposición de realismo en simulaciones de interés médico [56]. La valoración de la elasticidad de los tejidos ha sido utilizada por la práctica médica como un indicador de la aparición y progresión de patologías en ciertos órganos, la técnica de la palpación empleada en la exploración de ganglios linfáticos, epidermis, próstata, mamas y región abdominal, es un ejemplo de ello. Aunque el grado de progresión de algunas enfermedades está relacionado con el aumento de la rigidez del tejido afectado [55], [57, 58, 59, 60], la falta de pruebas cuantitativas dificulta indicar el avance de la enfermedad mediante propiedades mecánicas específicas. En este sentido, una medida objetiva y registrable, no sujeta al criterio de las personas que realizan exploraciones médicas, permite comparaciones con mediciones realizadas en otras etapas temporales o por otro especialista, contribuyendo no sólo a establecer cambios patológicos sino también la eficacia de los medicamentos o tratamientos médicos aplicados.

La elasticidad es una propiedad mecánica que indica la capacidad del material para recuperar sus dimensiones originales después de retirar las cargas que produjeron en él las deformaciones [61]. En general, la deformación se establece al medir cuánto se deforma el material al aplicar una fuerza conocida o cuantificar la fuerza que se requiere para deformarlo una cantidad establecida. Para algunos materiales la respuesta a una carga aplicada es instantánea, lo que quiere decir que la deformación varía linealmente con la magnitud de la carga aplicada, conociéndose como Ley de Hooke [62]. Para muchos materiales, los modelos elástico-lineales (Hookeanos) no describen con exactitud su comportamiento mecánico [63], ya que presentan altas deformaciones bajo pequeñas cargas, describiendo así un comportamiento no lineal. Estos materiales han sido modelados bajo condiciones de hiperelasticidad o grandes deformaciones [64] y viscoelasticidad para los materiales cuyos esfuerzos generados dependen tanto de la deformación como de la velocidad de la misma [65].

Identificar las propiedades mecánicas del muñón, teniendo en cuenta el porcentaje de grasa corporal, el

nivel de cicatrización, la madurez del muñón, la distancia entre la piel y la estructura ósea, entre otros, permitirá establecer un modelo computacional más acertado sobre el que se puedan realizar pruebas y establecer mecanismos de control y diseño de sockets. Asimismo, la medición de la rigidez del tejido blando, permitirá identificar la madurez del miembro amputado y su cicatrización, realizando un mejor control y cuidado posquirúrgico.

### Espumas de magnesio para osteo-integración:

Las condiciones a las que se somete el sistema músculo esquelético son de una alta complejidad. Ejemplos de las enfermedades que conlleva este sistema, son las fracturas o regiones gravemente atrofiadas que no logran cicatrizar (como la mandíbula después de una extracción de dientes), las fracturas con alto riesgo de falta de unión, cuando se han eliminado regiones extensas de hueso (por ejemplo, en caso de neoplasias o infecciones) y extensos procedimientos reconstructivos que se realizan en cirugía ortopédica y maxilofacial. En general, son pérdidas segmentarias de tejido óseo que necesitan ayuda para la fusión de los huesos y que soportan un problema social y médico cada vez mayor, también alimentado por otros factores de riesgo como la causa del trauma, el envejecimiento de la población y las lesiones en los tejidos blandos que se encuentran asociados [66, 67].

Existen numerosas medidas terapéuticas destinadas a tratar o rehabilitar lesiones del sistema músculo esquelético. Estas terapias representan un alto costo médico y finalmente no garantizan una total recuperación de la zona afectada. Algunos de los tratamientos más usados son los andamios para la sustitución del tejido, dentro de los que se enlistan los trasplantes de hueso. Estos trasplantes, en sus condiciones especiales, necesitan tener una fuente desde donde se pueda extraer el tejido u órgano demandado. De aquí que sus mayores limitaciones sean las altas tasas de rechazo y las fuentes insuficientes de extracciones (donantes cadavéricos) [67].

También existe la posibilidad de sustituir las zonas afectadas por medio de implantes artificiales. El Ti y sus aleaciones [68], los aceros inoxidable 316L [69], las aleaciones basadas en Co, Ni-Ti, Ag, Ta y el Zr [70] han sido usados en aplicaciones de soporte de carga en el caso de tejidos duros. El problema con estos implantes es que, en su mayoría, no pueden degradarse espontáneamente en el cuerpo humano, por lo que presentan efectos adversos como la reabsorción del hueso, el riesgo de rechazo y el

desajuste en el módulo elástico entre el material bioinerte y el hueso que lleva la pérdida de mineral óseo y nuevas fracturas. Además, se necesita un segundo procedimiento quirúrgico para retirar los implantes después de que los tejidos se hayan curado completamente.

Como un potencial sustituto, se encuentran los metales celulares de porosidad abierta, materiales que prometen incrementar significativamente la aceptación por parte del tejido vivo en los procesos de consolidación ósea [71]. Dichos materiales básicamente se componen de un cuerpo poroso con características especiales que permiten impulsar de forma directa las condiciones de bioactividad de las células, además de ofrecer características combinadas imposibles de lograr con otros biomateriales [72, 73]: baja densidad, bajo módulo de Young, irrigación e intercambio de fluido a través de su estructura. Además, si estos materiales se fabrican en aleaciones base Mg, se tendrá entonces la posibilidad de su absorción sin alteraciones de la salud mediante procesos de metabolización propios del organismo humano [74, 75]. De este modo, los procesos biológicos de crecimiento celular y reparación tisular cuentan con un enfoque biomimético que ha generado grandes contribuciones en la optimización de métodos e instrumentos aplicables en la ingeniería de tejidos [66, 67]. El desarrollo de andamios en materiales de aleaciones de magnesio promete dar lugar a sistemas de fijación bioabsorbibles, que a diferencia de los existentes en cerámicos, polímeros y algunas otras aleaciones metálicas, no están asociados con riesgo de inflamación y disminuirían la probabilidad de generar reacciones adversas en el organismo como enrojecimientos, aumentos de volumen, dolor y sensación de calor entre otras. El magnesio ha revolucionado el manejo de fijaciones óseas evitando procedimientos quirúrgicos secundarios y disminuyendo las tasas de rechazo asociadas, por su factibilidad de descomponerse al ser el elemento más abundante presente en el cuerpo y requerido para el metabolismo humano [72,73]. En este sentido, datos experimentales realizados a partir de pruebas de implantes de magnesio, evidencian respuestas inflamatorias favorables, además de poder degradarse casi en su totalidad y sustituirse por hueso nuevo [75].

Adicional a lo anterior, características puntuales en la morfología y constitución integral de los metales celulares permiten impulsar de manera directa algunas condiciones que son favorables para impulsar los desarrollos de elementos o dispositivos para el tratamiento quirúrgico de fracturas, en donde

se requiera tratar de manera controlada las secciones óseas [69], con elementos convencionales ortopédicos que pudiesen ser adaptados a un cuerpo constituido por andamios o metales celulares, presentados como placas, tornillos, grapas, clavos u otros [70]. Teniendo en mente esto, andamios con porosidades de carácter ordenado cuentan con ventajas importantes respecto a las porosidades de tipo aleatorio. Dentro de estas ventajas, cabe resaltar el incremento de las propiedades mecánicas debido al control que puede tenerse de su morfología y recubrimiento tipo piel, como lo evidencian alternativas de espumas metálicas ya fabricadas como relleno de tubería o perfiles en aluminio y que presentan una distribución tipo sándwich, desarrolladas para industrias igualmente exigentes como la aeroespacial [71,72].

En el momento, se requiere facilitar alternativas de perfeccionamiento, optimización y evaluación en la fabricación de las espumas metálicas base Mg para productos en andamios ordenados, que permitan reducir el tiempo y costos de fabricación cumpliendo con los requerimientos mínimos de calidad, y generando de este modo nuevas alternativas morfológicas con estos materiales biocompatibles, partiendo de procesos de manufactura desarrollados actualmente por los grupos participantes [76] y complementándolos de acuerdo a las restricciones de desarrollo que se presenten por particularidades en el diseño.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Isaza López, J.A.. Comportamiento Mecánico de Tejidos Blandos Tipo Multicapa. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica. Finalizada.
- [2] Velez Zea, J.A.. Desarrollo de un Algoritmo Computacional para la Predicción de Fuerzas y Momentos en la Interfaz Socket-Extensión Femoral Durante el Ciclo Completo de la Marcha para Amputados Transfemorales. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica. Finalizada.
- [3] Mariaka Florez, I.. Efecto del Uso de Exoprótesis Sobre la Distribución de Esfuerzos del Cartílago Articular de la Cadera. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica. Finalizada.
- [4] Posada Perez, V.M.. Development of a cellular metal based on biodegradable magnesium alloys for bone fixation. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en

- Ingeniería - Ingeniería Mecánica. Finalizada.
- [5] Hernandez Gómez, J.C. Modelo computacional de una reinserción muscular de un amputado transfemoral mediante el uso de elementos finitos. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica. Finalizada.
- [6] Jaramillo Muñoz, E. Modelo cinemático simplificado para la predicción de las fuerzas y los momentos reactivos en el socket de amputados transfemorales. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica. Finalizada.
- [7] Acevedo Rueda, O.D. Desarrollo de un metal celular ordenado con recubrimiento continuo como alternativa aplicable a elementos de fijación ósea. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica. En curso.
- [8] Paniagua Gutierrez, Y.V.. Sistema de obtención de un mapa de la distribución nerviosa en la corteza motora en una amputación transfemoral. Universidad Nacional de Colombia. Tesis Maestría en Ingeniería - Ingeniería Mecánica. En curso.
- [9] Henao Aguirre, S. Design of above-knee socket for Colombian amputees. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Doctorado en Ingeniería. En curso.
- [10] Isaza López, J.A.. Influencia del Espesor de las Capas en el Comportamiento Mecánico de Tejidos Blandos. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Doctorado en Ingeniería. En curso.
- [11] Posada Perez, V.M. Magnesium-Based Bioresorbable Cellular Metal as Bone Substitute. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Doctorado en Ingeniería. En curso.
- [12] Mariaka Flórez, I. and Ramírez Patiño, J.F. First approach to unilateral transfemoral amputees contact mechanics. ISSN: 0012-7353. DYNA Vol. 84 (202). 2017
- [13] Ramírez, J.F., Isaza, J.A., Mariaka, I. and Zea, J.A.V. "Unidades Hounsfield como instrumento para la medición de la desmineralización ósea producida por el uso de exoprótesis" Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia. # 66. Marzo 2013, pp. 159-167
- [14] Ramirez, J.F., Isaza, J.A., Mariaka I., Velez J.A. Analysis of bone demineralization due to use of exoprosthesis by comparing Young's Modulus of the femur in unilateral transfemoral amputees. *Prosthetics and Orthotics International*. 35(4). pp 459-466. 2011
- [15] Ramírez, J.F., Muñoz, E.J. and Vélez, J.A. Algorithm For The Prediction Of The Reactive Forces Developed In The Socket Of Transfemoral Amputees. *DYNA*. Junio de 2012. pp 89-95
- [16] Lacroix, D., Ramírez, J.F. Finite element analysis of donning procedure of a prosthetic transfemoral socket. *Annals of Biomedical Engineering*. 39 (12). 2972-2983. 2011
- [17] Ramírez, J.F., Pavón, J.J. and Toro, A. Experimental assessment of friction coefficient between polypropilene and human skin using instrumented esclerometer. *Journal of Engineering Tribology*. March 2014. DOI Informataion: 10.1177/1350650114526579.
- [18] Isaza, J.A., Mariaka, I. and Ramírez, J. Caracterización De Propiedades Mecánicas Mediante Análisis Inverso Del Método De Los Elementos Finitos Combinado Con Ensayo De Indentación. *DYNA*. Vol. 80 #179. Junio de 2013. pp 126-133
- [19] Isaza, J.A. and Ramírez, J. Incidence of temperature and indenter diameter on the mechanical response of skin during indentation test. *Procedia Engineering*. Vol 110, #1. 2015. ISSN: 1877-705
- [20] Ramírez-Patiño, J.F., Gutiérrez-Rôa, F.D. and Correa-Espinal, A.A. Comfort perception assessment in persons with transfemoral amputation. ISSN 0012- 7353. *DYNA*. Vol 82 #191. 2015
- [21] Cardona, M., Isaza, J.A., Ramírez, J.F., Fernández-Morales, P., Cardona, M., Isaza, J.A. Pores distribution statistical analysis for metal foams obtained by casting-dissolution process. *MATERIA*, Vol 21, (2). ISSN: 1517-7076. 2016
- [22] Genez, K., Posada, V., Fernández-Morales, P. and Ramírez, J. Evaluación citotóxica y biocompatibilidad de la aleación az31b para aplicaciones en ingeniería de tejidos óseos. *PROSPECTIVA* Vol. 14 (2) ISSN: 1692-8261. 2016
- [23] World Health Organization. *World Report on Disability*. Malta: WHO Press, 2011.
- [24] Fórmula Médica. En Colombia gran número de los pacientes amputados no han sido evaluados por un cirujano vascular [Internet], 2018.
- [25] Quiroz, C. Q., & Zapata, A. J. (2015). Estudio descriptivo de condiciones del muñón en personas usuarias de prótesis de miembros inferiores Descriptive study of stump  $\zeta$  s

- conditions to users of lower limb prosthetics, 25(2), 94-103
- [26] Dou, P., y et al., "Pressure distribution at the stump/socket interface in transtibial amputees during walking on stairs, slope and non-flat road", *Clinical Biomechanics*, 2006, p. 1067-1073.
- [27] Zheng, YP; Mak, A., Leung, A., "State-of-the-art methods for geometric and biomechanical assessments of residual limbs: A review", *Department of Veterans Affairs* p. 487-504. 2001,
- [28] Levy, W., "Skin Problems of the Amputee" [En línea], 1992 [visitado el 3 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.oandplibrary.org/alp/chap26-01.asp>.
- [29] Schnell, M.; Bunch, W., "Management of Pain in the Amputee" [En línea], 1992 [visitado el 3 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.oandplibrary.org/alp/chap27-01.asp>.
- [30] Lusardi, Michelle M., Nielsen, Caroline C. *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*, Woburn, Butterworth-Heinemann, 2000.
- [31] Gottshalk, Frank, "Transfemoral Amputation: Surgical Procedures" [En línea], 1992 [visitado el 3 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.oandplibrary.org/alp/chap20-01.asp>.
- [32] Klotz, R., et al., "Influence of different types of sockets on the range of motion of the hip joint by the transfemoral amputee", *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 2011, p. 399-410.
- [33] Berger, N., Norman. *Analysis of the Amputee Gait*. [aut. libro] AAOS. *Atlas of Amputations and Limb Deficiencies: Surgical, Prosthetic, and Rehabilitation Principles*, Rosemount, American Academy of Orthopedic Surgeons, 1992, Chapter 14.
- [34] Zhang, M., Mak, A., "Finite Element Analysis of the Load Transfer Between and Above-Knee Residual Limb and Its Prosthetic Socket-Roles of Interface Friction and Distal-End Boundary Conditions", *Transactions on Rehabilitation Engineering*, 1996, p. 337-346.
- [35] Zhang, M., "Frictional action at lower limb/prosthetic socket interface", Elsevier Science Ltd., 1996, p. 207-214.
- [36] Ramirez, J. F., Tesis de Doctorado - Nivel de Confort y Distribución de Esfuerzos en la Interfaz Socket - Muñón en Amputados Transfemorales, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, 2011.
- [37] Suurmeijer, T. P. B. M. Hulsink, M. Van Der Schans, C. P. Geertzen, J. H. B., Dijkstra, P. U y Bosmans, J. C. Amputation, phantom pain and subjective well-being: a qualitative study., *International journal of rehabilitation research Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung Revue internationale de recherches de readaptation*, vol. 30, no.
- [38] Keeling J.J. et al. Short term outcomes of severe open wartime tibial fractures treated with ring external fixation. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(12):2643-51
- [39] Gordon WT et al. Outcomes associated with the internal fixation of long-bone fractures proximal to traumatic amputations. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(13):2312-8.
- [40] Kelly, B. M.; Spires M. C.; Restrepo J. A., "Orthotic and Prosthetic Prescriptions for Today and Tomorrow", *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 2007, 18, p. 785-858, ISSN 1047-9651.
- [41] Schuc, C. Michael, *Transfemoral Amputation: Prosthetic Management* [En línea], 1992 [visitado el 3 de Junio de 2012]. Disponible en: <http://www.oandplibrary.org/alp/chap20-02.asp>
- [42] Jia X.; Zhang, M.; Lee, W., "Load transfer mechanics between trans-tibial prosthetic socket and residual limb-dynamic effects", *Journal of Biomechanics*, 2004, p. 1371-1377.
- [43] Neumann, E. S. Measurement of Socket Discomfort-Part I: Pressure Sensation, *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*, vol. 13, no. 4, 2001.
- [44] Harms-Ringdahl, K., Brodin, H. Eklund, L. y Borg, G. Discomfort and pain from loaded passive joint structures, *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 15, no. 4, págs. 205-211, 1983.
- [45] Meier R. H. 3rd, Meeks E. D. Jr, y Herman, R. M. Stump-socket fit of below-knee prostheses: comparison of three methods of measurement, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 54, no. 12, págs. 553-558, Dic. 1973.
- [46] Hanspal, R. Fisher, K. y Nieveen, R. Prosthetic socket fit comfort score, *Disability & Rehabilitation*, vol. 25, no. 22, págs. 1278-1280, Ene. 2003. 1, págs. 1-8, 2007.
- [48] Haig, T. H. . Scott, D. A y . Stevens, G. B Measurement of the discomfort component of illness, *Medical Care*, vol. 27, no. 3, págs.

- 280-287, Mar. 1989.
- [49] Smith, D. G. Special Challenges in Outcome Studies for Amputation Surgery and Prosthetic Rehabilitation, *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*, vol. 18, no. 6, 2006.
- [50] Downie, W. W. Leatham, P. A. Rhind, V. M. Wright, V. Branco, J. A y Anderson, J. A. «Studies with pain rating scales», *Annals of the Rheumatic Diseases*, vol. 37, no. 4, págs. 378-381, Ago. 1978.
- [51] Rybarczyk, B. D. Nyenhuis, D. L. Nicholas, J. J. Schulz, R. Alioto, R. J y Blair, C. Social discomfort and depression in a sample of adults with leg amputations, *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 73, no. 12, págs. 1169-1173, Dic. 1992.
- [52] Zhang, M.; Roberts, C., “Comparison of computational analysis with clinical measurement”, *Medical Engineering & Physics*, 2000, p. 607-612.
- [53] Lee, W.; et al., “Finite element modeling of the contact interface between trans-tibial residual limb and prosthetic socket”, *Medical Engineering & Physics*, 2004, p. 655–662.
- [54] Schwartz, J.-M.; Denninger, M; Rancourt, D; Moisan, C and Laurendeau, D. “Modelling liver tissue properties using a non-linear visco-elastic model for surgery simulation.”, *Med. Image Anal.*, vol. 9, no. 2, pp. 103–112, Jun. 2005.
- [55] Carter, F.; Frank, P. Davies, D. McLean, y A. Cuschieri, “Measurements and modelling of the compliance of human and porcine organs,” *Med. Image Anal.*, vol. 5, no. 4, pp. 231–236, Dec. 2001.
- [56] P. A. Forbes, D. S. Cronin, and Y. C. Deng, “Multi-scale human body model to predict side impact thoracic trauma,” *Int. J. Crashworthiness*, vol. 11, no. 3, pp. 203–216, 2006.
- [57] M. Kaneko, C. Toya, and M. Okajima, “Active Strobe Imager for Visualizing Dynamic Behavior of Tumors,” 2007, pp. 3009–3014.
- [58] G. A. Holzapfel, G. Sommer, and P. Regitnig, “Anisotropic Mechanical Properties of Tissue Components in Human Atherosclerotic Plaques,” *J. Biomech. Eng.*, vol. 126, no. 5, pp. 657–665, Nov. 2004.
- [59] K. Rome, “Mechanical properties of the heel pad: current theory and review of the literature,” *Foot*, vol. 8, no. 4, pp. 179–185, Dec. 1998.
- [60] T. R. Tilleman, “Optimization of incisions in cutaneous surgery including Mohs' micrographic surgery,” 2004.
- [61] Goncalves, R. *Introducción al Análisis de Esfuerzos*. Caracas, Venezuela, 2002.
- [62] C. Truesdell, W. Noll, and S. S. Antman, *The non-linear field theories of mechanics*. Springer, 2004.
- [63] R. W. Ogden, *Non-linear elastic deformations*. Courier Dover Publications, 1997.
- [64] W. M. Saltzman, *Biomedical engineering: bridging medicine and technology*. Cambridge University Press, 2009.
- [65] M. A. Meyers and K. K. Chawla, *Mechanical behavior of materials*. Cambridge University Press, 2009.
- [66] M. Pietri and S. Lucarini, “The orthopaedic treatment of fragility fractures,” *Clin. Cases Miner. Bone Metab.*, vol. 4, no. 2, pp. 108–116, 2007.
- [67] Scaglione, M. Fabbri, L.; Dell'Omo, D. Gambini, F. y Guido, G. Long bone nonunions treated with autologous concentrated bone marrow-derived cells combined with dried bone allograft, *Musculoskelet. Surg.*, vol. 98, no. 2, pp. 101–106, Aug. 2014.
- [68] Nair M. y Elizabeth, E. Applications of titania nanotubes in bone biology, *J. Nanosci. Nanotechnol.*, vol. 15, no. 2, pp. 939–955, 2015.
- [69] Pownder, S. L.; Koff, M. F. Shah, P. H. Fortier, L. A. y Potter, H. G. Magnetic resonance imaging of an equine fracture model containing stainless steel metal implants, 2015.
- [70] Chen, Q. y Thouas, G. A. Metallic implant biomaterials, *Mater. Sci. Eng. R Rep.*, vol. 87, pp. 1–57, 2015.
- [71] Rizki, J. Djuansjah, P. y Teknologi, U. Porous Magnesium Scaffolds for Bone Implant Applications : A Review, no. October 2015, 2015.
- [72] Nguyen, T. L. Staiger, M. P.; Dias, G. J. y Woodfield, T. B. F. “A novel manufacturing route for fabrication of topologically-ordered porous magnesium scaffolds,” *Adv. Eng. Mater.*, vol. 13, no. 9, pp. 872–881, 2011.
- [73] Manivasagam G. y Suwas, S., “Biodegradable Mg and Mg based alloys for biomedical implants,” *Mater. Sci. Technol.*, vol. 30, no. 5, pp. 515–520, 2014.
- [74] Walker, J. Shadanbaz, S. Woodfield, T. B. F. Staiger, M. P. y Dias, G. J. The in vitro and in vivo evaluation of the biocompatibility of Mg alloys, *Biomed. Mater.*, vol. 9, no. 1, p. 015006, feb. 2014.

- [75] Cheng M. et al., “A novel open-porous magnesium scaffold with controllable microstructures and properties for bone regeneration,” *Sci. Rep.*, vol. 6, no. April, p. 24134, 2016.
- [76] Peltola, S. M. Melchels, F. P. W. Grijpma, D. W. y Kellomäki, M. A review of rapid prototyping techniques for tissue engineering purposes., *Ann. Med.*, vol. 40, no. 4, pp. 268–280, 2008.

## Estado actual de conocimiento de helechos y licófitas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado "Serranía del Iñao", Chuquisaca, Bolivia

### Actual state of knowledge of ferns and lycophytes of the National Park and Integrated Management Natural Area "Serranía del Iñao", Chuquisaca, Bolivia

Hibert Huaylla<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado "Serranía del Iñao" se encuentra en la región sureste del departamento de Chuquisaca. Ocupa la sección inferior del cinturón andino de los Andes centrales formando comunidades vegetales definidas. Estos ecosistemas albergan elementos florísticos y biogeográficos peculiares, ambientes de alta montaña que se encuentran a una altitud aproximada de 900 a 2.210 m s.m. formado de bosque de lianas y epífitas con asociaciones complejas, tiene afinidades biogeográficas con la ecoregión de Gran Chanco y el bosque secos Chiquitano y Caatinga. Presenta una diversidad de Helechos 79 spp. y Licófitas 12 spp. un total de 91 especies y 21 familias y 45 géneros, la mayor diversidad se encuentra Bosque Boliviano-Tucumano en la comunidad de vegetación de *Parapiptadenia excelsa* – *Tipuana tipu*, 1000-1400 m s.m. 12 familias y 36 especies, la especie que se observó con mayor frecuencia en los ecosistemas fueron *Asplenium cuspidatum*, *Campyloneurum aglaolepis* y *Pteris deflexa*. Familias con mayor número de especies son: *Aspleniaceae*, *Polypodiaceae*, *Pteridaceae*, *Thelypteridaceae*, géneros con mayor representación *Asplenium*, *Pteris*, *Adiantum*, *Blechnum* y *Thelypteris*.

**Palabras clave:** Helechos, licófitas, diversidad y vegetación

#### ABSTRACT

The National Park and Integrated Management Natural Area "Serranía del Iñao" is located in the southeast region of the department of Chuquisaca. It occupies the lower section of the Andean belt of the central Andes forming defined plant communities. These ecosystems house peculiar floristic and biogeographic elements, high mountain environments that are at an approximate altitude of 900 to 2,210 m s.m. formed from a forest of lianas and epiphytes with complex associations, it has biogeographic affinities with the ecoregion of Gran Chanco and the dry forest Chiquitano and Caatinga. It has a diversity of Ferns 79 spp. and Lycophytes 12 spp. a total of 91 species and 21 families and 45 genera, the greatest diversity is Bosque Boliviano-Tucumano in the vegetation community of *Parapiptadenia excelsa* - *Tipuana tipu*, 1000-1400 m s.m. 12 families and 36 species, the species most frequently observed in ecosystems were *Asplenium cuspidatum*, *Campyloneurum aglaolepis* and *Pteris deflexa*. Families with the highest number of species are: *Aspleniaceae*, *Polypodiaceae*, *Pteridaceae*, *Thelypteridaceae*, genera with greater representation *Asplenium*, *Pteris*, *Adiantum*, *Blechnum* and *Thelypteris*.

**Keywords:** Ferns, lycophytes, diversity and vegetation

<sup>1</sup>Herbario Regional del Sur del Perú (HRSP), Universidad Nacional de Moquegua, Calle Áncasch s/n, Moquegua, Perú.

## I. INTRODUCCIÓN

Bolivia es uno de los países que presenta una diversidad de especies de flora donde se estima 1.300 especies de helechos (Vasquez y Ibisch 2000). Las pteridofitas son uno de los grupos con mayor diversidad y abundantes en los bosques tropicales húmedos (Kessler 2001, Kessler et al., 2001), en Bolivia se tiene la mayor diversidad de pteridofitas en la ecoregión de Los Yungas con 1.043 spp. (Soria-Auza & Kessler 2007). El departamento de Chuquisaca el 14% son helechos y licófitas (277 taxones agrupados en 23 familias) y la mayoría de las colectas botánicas están distribuidas en la zona del Subandino siendo la región mejor explorada y albergando aproximadamente el 50 % de la flora del departamento de Chuquisaca (Serrano et al. 2011; Huaylla 2011).

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado “Serranía del Iñaño” con una superficie de 2.627,69 km<sup>2</sup>, se encuentra en los municipios Villa Serrano, Villa Vaca Guzmán, Padilla y Monteagudo. Está compuesta en su mayoría por bosques secos formando por paisajes de serranía bajas de las últimas estribaciones de la cordillera oriental de los andes, valle bajo, pie de monte hasta una altitud de 900 a 2210 m s.m. Se caracteriza por la diversidad de flora y la presencia de cuatro unidades de vegetación: Bosque de Yungas, Bosque Boliviano-Tucumano, Bosque Chaqueño de Transición y Bosque Chiquitano (Navarro 2007, Serrano y Villalobos 2010). Hasta hace poco tiempo los helechos y licófitas eran abordadas como un grupo taxonómico único conocido como Pteridophyta. Recientemente, Pryer et al. (2001) al realizar estudios combinados sobre datos moleculares, características morfológicas vegetativas y reproductivas, encontraron que los helechos se encuentran más relacionados con las plantas con semilla o Spermatophyta que con las Licophyta; por lo tanto, actualmente los helechos y las licófitas son considerados como dos grupos taxonómicos diferentes. Según Schneider et al. (2004) consideran que los helechos se diversificaron después de la expansión de las Angiospermas.

Los helechos y licófitas actualmente se registran ca. 13.600 especies (Moran 1994, 2009), y los primeros fósiles son desde el Devónico, donde en la época del Carbonífero dominaron la tierra formando extensos bosques. Los pteridofitos pueden desarrollarse en diferentes hábitat, pero en las montañas se encuentran la mayoría de los géneros y familias por la variedad de los microambientes (Moran 1995). Pueden ser terrestres, epífitas, saxícolas o acuáticas

y su distribución es preferentemente tropical y subtropical, varían de tamaño muy pequeñas a plantas con porte arbóreo. (Tryon & Tryon 1982).

Bosque Boliviano-Tucumano, piso montano se extiende por la parte centro meridional de la Cordillera Oriental de los Andes, desde las divisorias de agua al oeste hasta el contacto con la llanura chaqueña (Navarro & Maldonado, 2002). Se encuentra en varias serranías del valle, que se hallan cubiertas por este tipo de bosque subtropical y su florística está dominado por *Anadenanthera colubrina* (Vell) Brenan, *Parapiptadenia excelsa* (Griseb.) Burkart, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattus Tipuana tipu Benth., *Jacaranda mimosifolia* D. Don, *Piptadenia viridiflora* (Kunth) Benth., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. Bosque Relictual de Yunga presenta una vegetación densa dominado de árboles, vegetación mayormente siempre verde. Bosque Chaqueño de transición está dominado por arbustos espinosos y Bosque Semideciduo Chiquitano dominado de sotobosque de estrato medio.

Los resultados de los estudios de los helechos y licófitas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado “Serranía del Iñaño” es brindar una actualización nomenclatural de los especímenes y la información completa sobre la diversidad de acuerdo al tipo de vegetación.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

Para la realización de la presente investigación se usaron material de equipo de herbario y equipos receptor GPS Geographical Position System, clinómetro, brújula, cinta métrica, formatos elaborados para la toma de información, cámara fotográfica, prensas herborizadoras, periódicos, lupa de mano, cartón corrugado y cartas topográficas. La revisión de las especies Pteridofitas se basaron en observaciones en su propio hábitat natural y exicatas de herbario, BOLV, HSB, LPB, LIL, MO y USZ, así mismo la revisión de ejemplares de tipos (JSTOR Global Plants, 2018), descripciones taxonómicas de especies. Se recurrió a la base de datos de Bolivia compiladas por M. Kessler y A.R. Smith en el marco del estudio hacia una flora de los helechos y licofitos de Bolivia.

Se instalaron 37 relevamientos en los diferentes tipos de vegetación con parcelas no permanentes de 20 x 20 según la metodología del proyecto “Biogeografía y biodiversidad de los bosques montanos de Bolivia basándose en grupos indicaremos botánicos” (Kessler, 2002). Las parcelas se realizaron en el Piso Montano: Bosque Boliviano-Tucumano:

Comunidad Parapiptadenia excelsa - Tipuana tipu; Nectandra angusta - Tabebuia lapacho; Juglans boliviana - Chrysophyllum gonocarpum; Bosque Relictual de Yungas: Comunidad Weinmannia sorbifolia- Myrsine coriacea, Piso subandino: Bosque Semideciduo Chiquitano comunidad Machaerium scleroxylon - Aspidosperma cylindrocarpum y Schinopsis haenkeana- Tabebuia impetiginosa.

### III. RESULTADOS

Se colectaron 315 especímenes de pteridofitas de las cuales se determinaron 103 especies pertenecientes a 91 especies, 21 familias y 12 spp. por confirmar, los géneros más diversos son Aspleniaceae (25.2 %), Polypodiaceae (14.5 %), Pteridaceae (19.4 %), Thelypteridaceae (8.7 %) de Helechos, Selaginella en las Licófitas, que abarca cuatro especies, mientras que en helechos se cuentan entre los más diversos, por el número de taxones, el género Asplenium (12), Adiantum (6), Cheilanthes (3), Polypodium (5), Thelypteris (6), Blechnum (4), y Pleopeltis (5). Se observaron en los diferentes tipos de comunidades de vegetación con mayor frecuencia Asplenium cuspidatum Lam., Campyloneurum aglaolepis (Alston) de la Sota y Pteris deflexa Link.

#### Piso montano

La formación vegetal Bosque Boliviano-Tucumano (Comunidad de Podocarpus parlatorei- Alnus acuminata, Bosque Relictual de Yungas (Weinmannia sorbifolia - Myrsine coriacea especies dominantes: Alsophila incana, Asplenium sp. (HH 270, 281, 401, 402), Pecluma sp. (HH 417), Polypodium buchtienii, Pteris sp. (HH 417), Thelypteris oligocarpa y Thelypteris sp. (HH 274, 400).

Bosque Boliviano-Tucumano (Comunidad Parapiptadenia excelsa - Tipuana tipu, Nectandra angusta y Tabebuia lapacho, Juglans boliviana Chrysophyllum gonocarpum especies dominantes: Asplenium sp. (HH 286, 404), Asplenium squamosum, Campyloneurum lorentzii, Elaphoglossum crassipes, Melpomene aff. moniliformis, Polypodium sp. (220) y Polypodium montevidense.

#### Piso submontano

Bosque Boliviano-Tucumano: Comunidad Parapiptadenia excelsa - Tipuana tipu, especies dominantes Asplenium sp. (HH 385, 269, 276, 456), Athyrium sp., (HH 365), Blechnum asplenoides, Thelypteris aff. achatensis y Thelypteris 277) y Vittaria liniata.

### IV. DISCUSIÓN

La riqueza de especies que se encuentra en el Bosque Boliviano-Tucumano, Parapiptadenia excelsa-Tipuana tipu entre las altitudes 1000-1400 m s.m. 36 spp., las especies dominantes que se observaron con frecuencia en los ecosistemas fueron Asplenium sp. (HH 286-404), Asplenium squamosum, Campyloneurum lorentzii, Elaphoglossum crassipes, Melpomene moniliformis, Polypodium sp. (HH 220) y Polystichum montevidense. Las especies con mayor distribución en comunidades y tipos de bosques Asplenium cuspidatum, Campyloneurum aglaolepis y Pteris deflexa. Familias con mayor número de especies Aspleniaceae, Polypodiaceae, Pteridaceae, Thelypteridaceae, géneros con mayor representación Asplenium, Pteris, Adiantum, Blechnum y Thelypteris.

### V. CONCLUSIONES

En los cuatro ecosistemas (Bosque Boliviano-Tucumano, Bosque relictual de los Yungas, Bosque Chaqueño de transición y Bosque semideciduo Chiquitano) donde se registraron 37 relevamientos establecidos en la Serranía del Iñaño, revelaron la existencia de un total de 103 especies representadas por 19 familias y 35 géneros y con el siguiente panorama taxonómico: 61 especies presentan identificación completa de las cuales 9 especies están por confirmar affy cf. y 61 especies identificadas hasta género y 33 especies no confirmados.

Taxonómicamente la división Pteridófitos comprende cuatro clases, de las cuales tres se encuentra en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado "Serranía del Iñaño": Equisetopsida, Lycopodiopsida y Polyopsida, donde la clase Polypodiopsida es la más representativa, la familia Aspleniaceae (25.2 %), Polypodiaceae 14,5 %), Pteridaceae (19.4%) y Thelypteridaceae ((8.7 %) son las que representan mayor número de especie. Los géneros Asplenium, Blechnum, Polypodium y Campyloneurom, se caracterizan por su forma biológica de presentarse en la zona de estudio como terrestres, epífitas, rupícolas y saxícolas que los demás géneros.

La flora de Pteridófitos con mayor representatividad en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado "Serranía del Iñaño" es el Bosque Boliviano- Tucumano en la comunidad de vegetación de Parapiptadenia excelsa – Tipuana tipu, 1000 –1400 m s.m. que representa la mayor diversidad pteridodófitos con 12 familias y 36 especies.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Huaylla, H., & Cervantes E., 2011. Helechos y licofitas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño, Proyecto BEISA2, Sucre, Bolivia.
- JSTOR Global Plants, 2018. P a u l Clifford Hutchison ( 1 9 2 4 - 1997)., /al.ap.person.bm000003899., accessed 1 March 2018.
- Kessler, M. 2001. Pteridophyte species richness in Andes fores in Bolivia. *Biodiversity and Conservation*. 10: 1473 – 1495.
- Kessler, M., Parris B.S., & Kessler, E. 2001. A comparison of the tropical montane pteridophyte floras of the tropical montane pteridophyte floras of mount Kinabalu, Borneo, and Parque Nacional Carrasco, Bolivia. *Journal of Biogeography* 28:611-622.
- Kessler, M. 2002. Pteridophyte species richness in Andes forest in Bolivia. *Biodiversity and conservation*. 10(9):1473-1495.
- Moran, R. C. 2009. Los géneros de Helechos y Licofitas, Una guía para estudiantes, Sistemática de plantas Tropicales (OET). San José, Costa. 446 p.
- Moran, R.C. 1994. Los géneros de helechos Neotropicales, guía para estudiantes preparado para un curso de Pteridófitos. La Paz-Bolivia. 176p.
- Moran, R. C. 1995. The importance of mountains to pteridophytes, with emphasis on neotropical montane forests. Edited by Steven. P. Churchill et al. *Biodiversity and conservation of Neotropical Montane Forests*. The New York – Pp359-363.
- Navarro, G. & Maldonado M. 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y Ambientes acuáticos. Centro de Sología Simón Patiño. Edición I. Navarro, G. 2007. Contribución a la clasificación Ecológica y florística de los Bosques de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y conservación Ambiental*. Fundación Simón Patiño. Cochabamba – Bolivia. 37 pp.
- Pryer, K.M. Schneider, H., Smith, A.R., Wolf, P. G., Cranfill, R.C., Hunt, J.S., & Sipes, S.D. 2000. Horsetails and ferns are a monophyletic group and the closest living relatives to seed plants. *Natura* 409: 618-622
- Serrano, M., Lozano, R., Lliully1, A., Carretero, A., Villalobos, J.; Peñaranda1, J.A., Portal, E., Cervantes, E., Jiménez, M., Gutiérrez, J., Huaylla, H. & Churchill S. 2011. Pueblos y plantas de Chuquisaca. Estado de conocimiento de los pueblos, la flora, uso y conservación. En Carretero A., M. Serrano, F. Borchsenius & Balslev (eds.). *Herbario del Sur de Bolivia – Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca*. Sucre, Bolivia.
- Serrano, M. y J. Villalobos. 2010. (Ined). Biodiversidad del Parque Nacional y area Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño. En. Plan de Manejo del PN-ANMI Serranía Ñaño. SERNAP. Sucre, Bolivia
- Soria-Auza, R., W. & Kessler, M. 2007. Estado del conocimiento y conservación de los helechos y plantas afines en Bolivia, *Ecología en Bolivia*, 42 (2): 136-147.
- Schneider H, Schuettpelz E, Pryer K, r cranfill, Magallón S & Lupia R. (2004) Ferns Diversified in the Shadow of Angiosperms. *Nature* 428: 553-557.
- Tryon Rm & Tryon Af (1982) Ferns and Allied Plants with Special Reference lo Tropical America. Springer Verlag, New York, USA. 857 pp.
- Vásquez, R. & Ibisch, P. 2000. Orquídeas de Bolivia diversidad y estado de conservación. Vol. I. Edit. FAN. Santa Cruz, Bolivia.

## Uso de los mandalas en el desarrollo de la creatividad de los niños de 05 años

### Use of mandalas in the development of creativity of children of 05 years

Elizabeth del Rosario Barboza Ramírez<sup>1</sup>, Liz Yanina García Ramos<sup>2</sup>, Abner A. Fonseca Livias<sup>3</sup>

#### RESUMEN

El propósito de esta investigación fue determinar la efectividad de los mandalas en el desarrollo de la creatividad en los niños de 5 años. La población muestral estuvo formada por 78 niños de nivel inicial de Pillco Marca; es un estudio de nivel explicativo, de tipo prospectivo, experimental, longitudinal y analítico; los instrumentos utilizados fueron las fichas de los mandalas y la guía de observación con 20 ítems. Se observó que el uso de mandalas estimula la fluidez de ideas (t 8,9; p 0,000), flexibilidad (t 9,5; p 0,000), originalidad (t 8,7; p 0,000) y elaboración de tareas (t 9,2; p 0,000) que son dimensiones de la creatividad. El uso de los mandalas desarrolló la creatividad (t 9,5; p 0,000) de los niños de 05 años de edad.

**Palabras clave:** Mandalas, creatividad, fluidez, flexibilidad, originalidad.

#### ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effectiveness of mandalas in the development of creativity in 5-year-old children. The sample population was formed by 78 children of initial level of Pillco Marca; It is an explanatory, prospective, experimental, longitudinal and analytical study; The instruments used were the mandala cards and the observation guide with 20 items. It was observed that the use of mandalas stimulates the fluidity of ideas (t 8,9; p 0,000), flexibility (t 9,5; p 0,000), originality (t 8,7; p 0,000) and homework development (t 9,2; p 0,000) what are they dimensions of creativity. The use of mandalas developed the creativity (t 9,5; p 0,000) of the 05-year-old children.

**Palabras clave:** Mandalas, creativity, fluency, flexibility, originality.

<sup>1</sup> Barboza Ramírez, Elizabeth del Rosario. Licenciada en Enfermería. Maestría en Administración y Gerencia en salud. Coordinadora del ciclo de nivelación de maestrías y doctorados de la Escuela de Posgrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

<sup>2</sup> García Ramos, Liz Yanina. Licenciada en Enfermería. Maestría en Administración y Gerencia en salud. Universidad Nacional Hermilio Valdizán

<sup>3</sup> Fonseca Livias, Abner A. Docente principal de la Facultad de Enfermería. Director de la Escuela de Posgrado. Universidad Nacional Hermilio Valdizán

## I. INTRODUCCIÓN

El propósito del estudio fue medir el desarrollo de la creatividad en niños de cinco años de diferentes Instituciones Educativas de Nivel Inicial (I.E.I.) usando mandalas. Todo niño, de manera innata, es creativo y curioso; sin embargo, los adultos, sean padres o familiares, de forma inconsciente, limitan la creatividad advirtiéndolo “no hagas eso”, “eso es peligroso”, “no toques aquello”, “cuidado con hacer algo”, etc., etc.

La creatividad, a opinión de López y Recio, es una habilidad de la mente para procesar información, produciendo y generando ideas o situaciones con cierto grado de originalidad, que impacta o transforma su realidad ; no es un proceso continuo que pueda ejercerse en cualquier momento; se manifiesta de repente y en períodos breves de hiperactividad, cuando un descubrimiento irrumpe en la conciencia, a través del lenguaje, ya sea formal, como el lenguaje matemático, o no lo sea. En la mayoría de los casos, la creatividad es el resultado de un largo proceso de maduración, con una fase de latencia y consolidación durante la cual uno no es consciente del proceso .

Retis y Valladares, indican que la creatividad es la forma de expresar emociones a través del dibujo, la pintura y el canto, consideran que muchos niños no son creativos debido a que la tecnología lo está limitando; la estrategia que potencializa la creatividad, en cuanto a la comunicación, es la lectura, los cuentos y formación de rimas, pues así con la imaginación ellos explican creativamente lo que quieren hacer.

Dávila, manifiesta que la creatividad se confunde con la innovación y la originalidad; el ser creativo implica ambas cosas con un pensamiento divergente con la capacidad de resolver problemas de diferentes maneras que conlleva a la innovación y originalidad; considera que hoy en día tanto en el hogar como en las instituciones educativas se limita la creatividad, no dejando que el niño exprese sus percepciones, por ejemplo: al indicar al niño que pinte un plátano de color amarillo, cuando el niño pudo haber tenido una experiencia de observar un plátano verde; al realizar eso estamos limitando la creatividad del niño .

Bueno Huamali, describe la creatividad como una habilidad que todo niño va a desarrollar en interacción con otros niños, entorno familiar y/o educativo; considera que los niños de hoy son creativos y que eso va a depender de la docente o de las condiciones que se da al niño para que desarrolle su creatividad; por ejemplo, brindar materiales como

las figuras geométricas y se pide que a su criterio formen figuras como robots, casitas o represente algo del entorno donde se encuentra .

Los mandalas, son representaciones que forman parte de nuestra vida cotidiana que se aprecia en todas las partes de nuestro entorno, así como los círculos que generan las ondas en el agua cuando cae algo sobre ella, los árboles, sus hojas, los pétalos de las flores, las telarañas, los cerros, los diversos paisajes (urbanísticos, rurales), el sol, la luna que emana rayos de luz, etc., etc. .

Los mandalas, son conjunto de diseños geométricos que intentan simbolizar el universo, es un reflejo de la personalidad del que pinta y pone en movimiento la creatividad. Según Calvachi, docentes desconocen los mandalas, su estructura, la fundamentación y aplicación en educación. Se comprueba el bajo nivel de creatividad debido a la falta de aplicación de técnicas innovadoras que estimulen su desarrollo.

Los profesores Ginés y Maribel, realizaron diversos trabajos con niños mediante el dibujo de mandalas y observaron que esta actividad es muy placentera para los más pequeños, los que además de sentir orgullo por el trabajo realizado lograron aumentar su creatividad y mejorar su caligrafía, a la vez que aseguran que también les repercutió de forma positiva en sus trabajos escolares.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente es un estudio experimental que se realizó en 78 niños de cinco años de tres instituciones educativas de nivel inicial (Juan Velazco Alvarado: 26 niños, Las Palmeras: 17 niños y Andrés Fernández Garrido: 35 niños), con los que se formó: grupo cuasi experimental (43 niños) y grupo control (35 niños), usando el diseño longitudinal pre y post test, previo al consentimiento informado de los padres de los niños y la autorización de las instituciones en estudio.

Antes a la aplicación de los mandalas, se realizó el pre test mediante una guía de observación de 20 ítems (validado por seis expertos y con índice de confiabilidad de 0,983) para conocer el nivel de creatividad en las dimensiones: fluidez de ideas (5 ítems), flexibilidad (6 ítems), originalidad (6 ítems) y elaboración de tareas (3 ítems). La guía de observación se aplicó a cada niño mediante una situación problemática usando un juguete conocido por ellos (peluche, muñeca, carrito, etc.) y los muebles que había en el salón de clases, así, por ejemplo, “si quisieras alcanzar el oso de peluche que se encuentra encima del estante de libros ¿Qué harías para tomarlo?”. Esto fue para evaluar los ítems de

cada dimensión mediante dos categorías de respuesta (sí, cuando se observó una idea o acción creativa; no, cuando no se pudo observar o había duda), se calificó con 2 al sí y con 1 al no.

Los mandalas se aplicaron en sesiones de 40 a 45 minutos los días jueves y viernes de cada semana, por espacio de dos meses (setiembre y octubre), en horario de clases establecido por las docentes de las instituciones educativas del nivel inicial. Se utilizaron las figuras de los mandalas, lápices de colores básicos, mientras los niños coloreaban se acompañó con música de fondo como relajante .

Los datos se recolectaron en el pos test con la guía de observación indicada, después de la aplicación de los mandalas, el que nos permitió evaluar el nivel de creatividad de los niños de 05 años y comparar con los datos del pre test.

Se elaboró la base de datos y después se analizaron con la estadística descriptiva usando tablas de frecuencia para datos categóricos; la media aritmética y la desviación estándar para datos numéricos. Para la contrastación de las hipótesis y diferenciar las medias se usó el estadístico de prueba T de Student para muestras relacionadas.

### III. RESULTADOS

Tabla 1. Instituciones educativas de nivel inicial que formaron parte del trabajo de investigación, Huánuco 2017.

Instituciones Educativas	Grupo		Total
	Experimental	Control	
Palmeras	Nº	17	17
	%	21.8%	21.8%
Juan Velasco Alvarado	Nº	26	26
	%	33.3%	33.3%
Andrés Fernández Garrido	Nº	35	35
	%	44.9%	44.9%
Total	Nº	43	78
	%	55.1%	100.0%

Fuente. Guía de observación para medir la creatividad de los niños de cinco años.

#### Análisis

Del 100% (78) de niños de cinco años, el grupo experimental se formó con 21,8% (17) niños de la I.E.I. Las Palmeras, y 33,3% (26) de la I.E.I Juan Velasco Alvarado. El grupo control estuvo formado por 44,9% (35) niños de la I.E.I. Andrés Fernández Garrido.

#### Interpretación

La cantidad de niños por cada I.E.I. corresponde a una sección; es decir, dos secciones fueron parte del grupo experimental, y una sección formó el grupo control.

Tabla 2. Etapas del estudio por comparación de medias en las dimensiones de creatividad según sexo de los niños de las I.E.I., Huánuco 2017.

Etapas de la investigación	Dimensiones de creatividad	Femenino		Masculino	
		Media	DE	Media	DE
Pre test	Fluidez	5,3	0,6	5,5	0,7
	Flexibilidad	6,2	0,4	6,2	0,5
	Originalidad	6,8	0,9	7,0	1,0
	Elaboración	3,2	0,5	3,2	0,4
Pos test	Fluidez	7,6	1,9	7,8	1,7
	Flexibilidad	9,3	2,5	9,0	2,7
	Originalidad	9,3	2,4	9,2	2,5
	Elaboración	4,8	1,2	4,7	1,2

Fuente. Guía de observación para medir la creatividad de los niños de cinco años.

#### Análisis

Del 100% (78) de niños de cinco años, evaluados antes de la aplicación de los mandalas, se observó que las puntuaciones medias de cada dimensión fueron semejantes en ambos sexos; fue igual en el post test.

#### Interpretación

En las puntuaciones de cada dimensión de la creatividad, no hay diferencia en niñas o niños; por lo que ambos sexos evidencian la misma capacidad para crear.

Tabla 3. Etapas de la investigación por comparación de medias en las dimensiones de creatividad según grupos de investigación en I.E.I., Huánuco 2017.

Etapas de la investigación	Dimensiones de creatividad	Grupos de investigación			
		Experimental		Control	
		Media	DE	Media	DE
Pre test	Fluidez	5,0	0,0	5,9	0,7
	Flexibilidad	6,0	0,2	6,4	0,6
	Originalidad	7,1	1,1	6,6	0,5
	Elaboración	3,0	0,0	3,5	0,6
Post test	Fluidez	9,1	1,1	5,9	0,7
	Flexibilidad	11,2	1,4	6,6	0,6
	Originalidad	11,3	1,1	6,7	0,6
	Elaboración	5,7	0,5	3,5	0,6

Fuente. Guía de observación para medir la creatividad de los niños de cinco años.

#### Análisis

En la tabla 3, se aprecia que la comparación de las puntuaciones medias antes del experimento, en ambos grupos son semejantes. En el pos test existe diferencia en las puntuaciones de cada dimensión del grupo experimental con el grupo control.

#### Interpretación

Las dimensiones de creatividad en el grupo experimental después de la aplicación de mandalas registran diferentes medias a comparación del grupo control.

Tabla 4: Comparación de las puntuaciones de creatividad en los niños de los grupos de investigación antes y después de la aplicación de los mandalas.

Grupos	ANTES		DESPUÉS	
	Media	DE*	Media	DE*
Experimental	21,2	1,2	37,3	3,5
Control	22,5	1,4	22,7	1,1
Total	21,7	1,4	30,8	7,8

Fuente. Guía de observación para medir la creatividad de los niños de cinco años.  
\* DE: Desviación estándar

#### Análisis

En la tabla 4, se aprecia que la puntuación media obtenida antes del estudio en el grupo experimental y control fue semejante; mientras que la puntuación después de la aplicación de los mandalas en el grupo experimental fue distinta al del grupo control.

#### Interpretación

Los niños del grupo experimental mostraron incremento notable en la puntuación después de la aplicación de los mandalas a comparación de los niños del grupo control.

Tabla 5: Comparación de diferencias emparejadas en dimensiones de la creatividad antes y después de aplicación de los mandalas en niños de 5 años de los grupos de investigación.

Comparación dimensiones Antes – después	Diferencias emparejadas				t	gl	P valor
	Media	DE*	IC*95% Inferior Superior				
Fluidez – Fluidez	2,3	2,2	1,8	2,8	8,9	77	0,000
Flexibilidad – Flexibilidad	2,9	2,7	2,3	3,6	9,5	77	0,000
Originalidad – Originalidad	2,3	2,3	1,8	2,8	8,7	77	0,000
Elaboración – Elaboración	1,5	1,5	1,2	1,9	9,2	77	0,000

Fuente. Guía de observación para medir la creatividad de los niños de cinco años.  
\* DE: Desviación estándar \*\*IC: intervalo de confianza

### Análisis

En la tabla 5, se analiza las diferencias emparejadas de las medidas antes y después de la aplicación de los mandalas para medir las dimensiones de la creatividad en niños de 5 años, en ella se observa que la media en la fluidez antes y después es de 2,3+2,2, con IC entre 1,8 – 2,8 puntos, t 8,9 y con una probabilidad de error de 0,0%; en la flexibilidad, es de 2,9+2,7, con IC de 2,3 – 3,6 puntos, t 9,5 y una probabilidad de error de 0,0%; en la originalidad, es de 2,3+2,3, con IC de 1,8 – 2,8 puntos, t 8,7 y una probabilidad de error de 0,0%; en la elaboración, es de 1,5+1,5, con IC 1,2 – 1,9 puntos, t 9,2 y una probabilidad de error de 0,0%; por lo que el uso de mandalas es efectivo para desarrollo en las dimensiones de la creatividad de los niños de 5 años.

### Interpretación

Los de niños del grupo experimental modificaron su creatividad en cada dimensión, posterior a las sesiones de los mandalas.

**Tabla 6:** Comparación de las medidas antes y después de la aplicación de los mandalas según el nivel de creatividad en los niños de 5 años de los grupos de investigación.

Medidas	Diferencias emparejadas				t	gl	p valor
	Media	DE	IC <sub>95%</sub>				
			Inferior	Superior			
Antes – Después	9.0	8.4	7.2	10.9	9.5	77	0.000

Fuente. Guía de observación para medir la creatividad de los niños de cinco años.  
\* DE: Desviación estándar

### Análisis

En la tabla 6, se observa que la diferencia de medias es 9,0+8,4; el IC varía entre 7,2 a 10,9, t 9,5 y la probabilidad de error de 0,0%.

### Interpretación

Los de niños de las IEI “Las Palmeras” y “Juan Velazco Alvarado” modificaron su creatividad posterior a las sesiones de los mandalas.

## IV. DISCUSIÓN

La puntuación media obtenida en las dimensiones de creatividad del grupo experimental y control antes del estudio fueron semejantes; mientras que la obtenida después de la aplicación de los mandalas en el grupo experimental fue distinta al del grupo control. La fundamentación del porqué ocurre esta diferencia podría ser que cuando los niños colorean los mandalas se estimula su creatividad, ya que existen estudios que demuestran que la creatividad se puede también estimular a través de la utilización de unos colores concretos; Montt indica que el color tiene consecuencias sobre el sistema nervioso, la musculatura y la presión sanguínea. Esto produce asociaciones en el cerebro que pueden crear efectos relajantes o estimulantes en las personas ; los tonos azules inducen a descubrir nuevas posibilidades, estimulando el pensamiento creativo y la resolución de problemas, mientras que el rojo fomenta la atención en los detalles, lo que favorece la lectura

comprehensiva y la memoria, pues impulsa una actitud de detención y alerta, y puede mejorar aún más al acompañarse de una música relajante .

## V. CONCLUSIONES

El uso de mandalas aumenta la capacidad creativa de las dimensiones: fluidez de ideas, flexibilidad, originalidad y elaboración de tareas en los niños de 5 años de ambos sexos.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fundacion Privada de la Creativación. [Online].; 2015 [cited 2017 Noviembre 17. Available from : <http://www.fundaciocreativacio.org/es/blog/el-blog-creativador/definicion-de-creatividad-por-varios-autores/>.
- Haddad G. Investigación y Prospectiva en Educación-UNESCO. [Online].; 2012 [cited 2017 noviembre 15. Available from : <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002175/217518s.pdf>.
- Retis-Infante C. Opinion acerca de la creatividad en niños. 2016. Documento de la I.E.I N° 104 Paucarbamba-Amarilis-Huánuco-Perú.
- Valladares-Santiago C. Opinion acerca de la creatividad en niños. 2016. Docente de la I.E.I N° 104 Paucarbamba-Amarilis-Huánuco-Perú.
- Dávila-Soto R. Opinion acerca de la creatividad en niños. 2016. Docente de la facultad de educacion inicial de la U.N.H.V.
- Bueno-Huamali G. Opinion acerca de la creatividad en niños. 2016. Docente de la I.E. N° 32223 Marano Damaso Beraun - paucarbamba.
- Anónimo. ¿Qué es un mandala? [Online].; 2017 [cited 2017 noviembre 4 [http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/310/1/T-UCE-0010-87.pdf]. Available from : <https://www.escuelaenlanube.com/las-mandalas-para-colorear/>.
- Calvachi-Castellanos M. [Online].; 2012 [cited 2016 Mayo 4 [http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/310/1/T-UCE-0010-87.pdf]. Available from : <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/310/1/T-UCE-0010-87.pdf>.
- Ginés M. Universia México. [Online].; 2017 [cited 2017 Noviembre 17. Available from: <http://noticias.universia.net.mx/educaci>

- [on/noticia/2017/06/07/1153150/mandalas-herramienta-educativa.html](http://on/noticia/2017/06/07/1153150/mandalas-herramienta-educativa.html).
- TV INFANTIL. [Online].; 2014 [cited 2017 Noviembre 17. Available from: <http://bit.ly/1ejIsW3>.
- Cabello M. Colores que estimulan la creatividad. [Online].; 2017 [cited 2017 noviembre. Available from: <https://educacion.uncomo.com/articulo/colores-que-estimulan-la-creatividad-26378.html>.
- Montt C. Colores que ayudan a la creatividad, la memoria y la concentración. [Online].; 2016 [cited 2017 noviembre. Available from: <https://www.24horas.cl/tendencias/salud-bienestar/colores-que-ayudan-a-la-creatividad-la-memoria-y-la-concentracion-1973222>.
- Anónimo. ¿Qué colores ayudan a la creatividad, la memoria y la concentración? [Online].; 2016 [cited 2017 noviembre. Available from: <https://www.europapress.es/otrapress/cronicas/noticia-colores-ayudan-creatividad-memoria-concentracion-20160410112933.html>.

**La multidisciplinariedad en la investigación e innovación con fines de competitividad****Multidisciplinary in research and innovation for competitiveness purposes**

Vergara Medrano, Segundo E., Torres García, Luz Azucena y Luis Omar, Carbajal García  
Universidad Nacional de Jaén

**RESUMEN**

El enfoque multidisciplinario facilita la investigación e innovación y mejora capacidades competitivas. Se analizó definiciones de multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, de investigación y competitividad basado en el desarrollo del curso de Ecotoxicología. Se describió el desarrollo de la asignatura y se plantea una propuesta conceptual de Eco toxicología considerando su contribución al logro de capacidades investigativas, innovación y competitividad estudiantil. Términos como ciencia, trans disciplinariedad, sistema, flujo de materia y energía, multidisciplinariedad, interdisciplinariedad, contaminantes, impacto, ecosistema, receptor, auto depurador, investigación, competitividad, etc., fueron analizados. La Eco toxicología es una ciencia Multidisciplinaria e interdisciplinaria, estudia el efecto o impacto sobre el ecosistema, sus componentes, las interacciones que establecen y los connaturales flujos de materia y energía entre dichos componentes como parte connatural de un sistema receptor y autodepurador ante la presencia y acción de elementos contaminantes o xenobióticos. El desarrollo de competencias investigativas e innovación que faciliten capacidades competitivas debería ser mediante elaboración y ejecución de proyectos de investigación inter y multidisciplinarios, pues en su construcción, el estudiante conoce, analiza y compendia aspectos teóricos diversos, amplía y comprende conceptos y enfoques sobre Ecotoxicología; además, desarrolla competencias y capacidades competitivas de investigación principalmente de tipo experimental con enfoque inter y multidisciplinario.

**Palabras clave:** Ecotoxicología, Ecología, interdisciplinariedad, ecosistemas, investigación.

**ABSTRACT**

The multidisciplinary approach facilitates research and innovation and improves competitive capabilities. Definitions of multi-disciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity, research and competitiveness based on the development of the Ecotoxicology course were analysed. The development of the subject was described and a conceptual proposal of Eco toxicology is proposed considering its contribution to the achievement of research capacities, innovation and student competitiveness. Terms such as science, trans disciplinarity, system, flow of matter and energy, multidisciplinary, interdisciplinarity, pollutants, impact, ecosystem, receiver, self-scrubber, research, competitiveness, etc., were analysed. Eco toxicology is a multidisciplinary and interdisciplinarity science, it studies the effect or impact on the ecosystem, its components, the interactions they establish and the innate flows of matter and energy between these components as a natural part of a receiving and self-purifying system in the presence and action of pollutants or xenobiotics. The development of research competencies and innovation that facilitate competitive capacities should be through the elaboration and execution of inter and multidisciplinary research projects, since in its construction, the student knows, analyses and summarizes diverse theoretical aspects, expands and understands concepts and approaches on Ecotoxicology; In addition, it develops competitive research competencies and capabilities primarily of an experimental type with an interdisciplinarity and multidisciplinary approach.

**Keywords:** Ecotoxicology, Ecology, interdisciplinarity, ecosystems, research.

## I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Jaén (UNJ) fue creada mediante Ley 29304 el 19 de diciembre del 2008. Con resolución N° 002-2018-SUNEDU/CD, la UNJ consiguió su licenciamiento institucional con lo cual, la habilita para ofertar los servicios educativos de cinco Carreras Profesionales una de ellas Ingeniería Forestal y Ambiental.

La asignatura de Eco-toxicología se oferta en Ingeniería Forestal y Ambiental como parte del actual Plan de Estudio de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental. Dicho curso se ubica, estructuralmente, en el IX semestre, es de carácter obligatorio, de especialidad y a la fecha se ha dictado tres veces por el autor del presente trabajo. La experiencia resultante del desarrollo del curso, ha demandado que, al menos, debe de plantearse aproximaciones conceptuales respecto de Ecotoxicología y su rol en el desarrollo de capacidades en investigación, innovación y más aún que facilite la generación de competencias competitivas.

Así, la competencia definida en el plan de estudios y, a lograr por parte de los estudiantes, mediante el desarrollo de esta asignatura, es que estos “demuestren capacidad para el análisis y discusión crítica de los estudios epidemiológicos y para el diseño de estudios simples en el campo de la salud medioambiental”.

Respecto a la sumilla, ésta considera o propone “formar en los conceptos básicos de la Toxicología” y en los contenidos se establece desarrollar temáticamente primero “Toxicología y concepto de tóxico. Desastres químicos”, entre otros.

En ese sentido, vista la experiencia y la necesidad de autoevaluar y mejorar el desarrollo del sílabo, meritúa realizar un análisis a la luz de las significaciones aprendidas, dificultades, perspectivas y cuestiones emergentes en el avance de esta asignatura, en un contexto local, regional, nacional y porque no internacional.

Así, es objetivo de este trabajo plantear aproximaciones conceptuales respecto a la definición y enfoques de Eco toxicología como asignatura de pregrado en al UNJ examinando diferentes fuentes bibliográficas, la experiencia y lecciones aprendidas como resultado del desarrollo de la asignatura, ello con fines de facilitar la mejora de capacidades de investigación, de innovación basado en enfoques multidisciplinarios, interdisciplinarios y fortalecimiento de la competitividad.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizaron revisiones de literatura científica (artículos, etc.) experiencia y lecciones aprendidas durante el desarrollo de la asignatura de Ecotoxicología en la Universidad, se analizó información que al menos presente un término sobre los temas multidisciplinariedad, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, investigación y competitividad y se plantea una propuesta conceptual integrada y con enfoques holísticos respecto a la definición de Eco-toxicología para proponer luego, una definición unísona y fundamentada sobre esta ciencia relativamente joven como lo juzga .

## III. RESULTADOS

En primer lugar se advirtió la necesidad de definir Toxicología y Ecología y, luego, se estableció una analogía entre las categorías denominativas Toxicología Ecológica y Eco toxicología , es decir, una equivalencia sinónima entre Eco toxicología y Toxicología Ecológica. Esta iniciativa, representa un cambio de enfoque; de uno reduccionista a uno holístico, por tanto, en adelante hablaremos de Eco toxicología, puesto que se pretende integrar conceptos y enfoques en los procesos de enseñanza aprendizaje que faciliten el desarrollo de competencias multidisciplinarias en investigación e innovación.

Se indagó primero la definición de Toxicología. Al respecto, existen diversas definiciones de Toxicología por ejemplo la define como “la ciencia de los venenos o el estudio de los efectos adversos de los productos químicos o agentes físicos en los sistemas biológicos”. Como se observa es una definición que considera solo a los componentes biológicos como receptores o “afectados” por las sustancias químicas o agentes físicos lo que significa que es, en el marco de una definición ecológica y sistémica, sesgada por tanto no integral.

Por otro lado, , reconoce el carácter multidisciplinario de la Toxicología, la considera como ciencia y agrega que ésta evoluciona y se expande; es decir, es una disciplina dinámica por tanto, es de esperar que surjan siempre temas emergentes.

En cuanto a Ecología, la define como el “estudio científico de la distribución y abundancia de organismos y las interacciones que determinan la distribución y abundancia”. Estos agregan que por interacciones se entiende incluidas «las interacciones entre los organismos, la transformación y el flujo de energía y materia».

Puesto que la toxicología estudia los sistemas biológicos como afectados, receptores o impactados por sustancias químicas principalmente, y, la Ecología trata de la distribución de estos sistemas biológicos, las interacciones entre estos y con los sistemas físicos y el flujo de energía y materia entonces, es pertinente y adecuado reconocer que abordar estos temas con enfoque holístico y multidisciplinaria, implica reconocer la complejidad y la connatural incertidumbre presente en su estudio. Ahora, respecto a conceptos sobre Eco toxicología; algunos se basan en puntos de vista reduccionistas y, otros, comprenden enfoques más integrados. Por ejemplo, define Eco toxicología como “(...) el estudio del destino y los efectos de las sustancias tóxicas en un ecosistema (...)”. El autor considera la categoría nominal “ecosistema”, lo que significa tener presente los componentes de éste; su estructura, complejidad y dinámica, las interrelaciones que establecen entre unos y otros, los niveles y jerarquías que establecen en el espacio y tiempo tal como lo considera en su estudio de aplicaciones de biomarcadores en Eco toxicología en el cual, tiene presente la estructura y función del ecosistema.

Dentro de esta organización de ecosistemas, es natural considerar a las redes tróficas o cadenas tróficas, sus componentes, estructura, jerarquía, interacciones, dinámica, organismos, poblaciones, etc. La organización de los sistemas biológicos es ponderado por Cairns J. Putting quien asevera que “ahora están disponibles pruebas de toxicidad a diferente nivel de organización biológica”. Similar apreciación formulan al reconocer que “es necesario más estudios con enfoques ecológicos” con ello, se reafirma la relevancia de los enfoques eco sistémicos en los estudios de Eco toxicología.

Refiriéndose a las redes tróficas, sostiene que la “captación potencial y la capacidad de transferencia trófica de nano partículas en los organismos acuáticos, no han sido bien comprendidas”. Similarmente manifiesta que “permanece sin aclarar, el impacto de las nano partículas en la base de la cadenas tróficas, por ejemplo los sistemas algales”.

A diferencia de que consideran como “estudio” a la Eco-toxicología, la categorizan como Ciencia; es más, consideran a los “ecosistemas naturales” los afectados por las sustancias químicas generadas por los sistemas antrópicos (industria, agricultura, etc.). En consecuencia, el impacto de una sustancia o contaminante ya no es sobre un componente aislado o entidad biológica sino, además, se vería afectado a

los componentes con los cuales interactúan reconocen el carácter de inter y multidisciplinariedad de la Ecotoxicología considerando la importancia de esta ciencia y teniendo presente las definiciones y su enfoque puesto que se basa en ciencias como la Química, Bioquímica, Toxicología, Biología, etc. Incluso advierte la relevancia de los enfoques etológicos y experimentales pues estos, sostiene; “proporcionan importantes metodologías complementarias para el estudio de contaminantes y el comportamiento”. Apreciación que reafirma la importancia de las interacciones entre los componentes en este caso.

La teoría de sistemas y la corriente denominada “sistematicismo” es apropiado para realizar estudios transdisciplinarios, por tanto, si la Eco toxicología es una ciencia transdisciplinaria e interdisciplinaria y su objeto de estudio es el ecosistema como sistema receptor, afectado por contaminantes y auto-restaurador (autorecuperación); entonces, los estudios, investigaciones, experimentos, etc., deben estar enmarcados en la teoría de sistemas.

#### IV. DISCUSIÓN

La importancia de la Eco toxicología no solo está en el hecho de su naturaleza multidisciplinaria e interdisciplinaria, de su enfoque eco sistémico, sino también en la necesidad de mejorar la calidad de la investigación en esta disciplina científica y por ende su innovación. Tal es la relevancia y alcance de la Eco toxicología, que incluso, sostiene su relación con la conservación global y la sexta extinción.

Respecto a la investigación deja claro que la “relación entre enfoques descriptivos y experimentales en Eco-toxicología, puede ser representada como continuos a lo largo de dos ejes que reflejan el grado de control experimental, replicación y relevancia ecológica”.

Otra ventaja de este enfoque de la Eco toxicología es que constituye según un “amplio marco conceptual para evaluar los efectos de los químicos sobre los ecosistemas naturales”. Esto permitiría una amplia flexibilidad y diversos niveles jerárquicos para abordar investigación en estos temas; como por ejemplo los estudios de al referirse al grado al cuál dos poblaciones de odonatos están “conectados” por la dispersión en dos estanques.

La asignatura de Eco toxicología, en los semestres asignados al autor, se ha desarrollado basada en dos estrategias principalmente: la primera, es mediante el enfoque eco sistémico y, la segunda elaborando proyectos de investigación, es decir, mediante el

desarrollo y consolidación de capacidades de investigación en un marco de investigación formativa. Así, las actividades prácticas de la asignatura se han realizado en base a la elaboración y ejecución de proyectos de investigación concretos, es decir, la realización de ensayos, experiencia que ha permitido tanto el logro de productos exigidos; como los informes de ensayos o pruebas toxicológicas realizados por los estudiantes pues es requisito de aprobación de la asignatura así como también la elaboración de artículos, caso del último semestre 2017-I en el cuál un estudiante logró elaborar un artículo científico asesorado por el autor de esta nota, el mismo que está en evaluación para su publicación. Esta experiencia última, muestra la importancia de promover la investigación en pregrado más aún en un tema que exige un abordaje sistémico pues forma parte del desarrollo de un perfil holístico como es el de la Carrera de Ingeniería Forestal ambiental.

En la elaboración de proyectos de investigación se exige una estructura del método científico, lo que implica abordar el constructo teórico (teorías), problema, diseño estadístico, etc. Al desarrollar la introducción y el marco teórico, el estudiante desarrolla las capacidades entre otras: de búsqueda de fuentes bibliográficas, selección de información relevante, conocer a citar, etc., esto permite al estudiante, ampliar su comprensión respecto al enfoque eco sistémico de la Eco toxicología más aún su carácter multi, trans e interdisciplinario.

## V. CONCLUSIONES

La propuesta de una aproximación conceptual o definición de Eco toxicología se considera los siguientes conceptos individuales: ciencia, trans disciplinariedad, sistema, flujo de materia y energía, interdisciplinariedad, contaminantes, impacto, ecosistema, receptor, auto depurador por tanto la propuesta conceptual sería: la Eco toxicología es una ciencia transdisciplinaria e interdisciplinaria basada en la teoría de sistemas, su objeto de estudio es determinar las causas, el efecto o impacto, por contaminantes, sobre el ecosistema, sus componentes jerarquizados, las interacciones que establecen y los connaturales flujos de materia y energía entre dichos componentes como parte de un sistema receptor y auto restaurador (auto recuperación).

Además, el desarrollo de la asignatura (en un contexto de investigación formativa) debería ser mediante elaboración de proyectos de investigación pues en su construcción, el estudiante

progresivamente no solo conoce aspectos teóricos y como consecuencia amplia y comprende aspectos conceptuales y enfoque, al abordar el marco teórico y antecedente, sino que, además, desarrolla competencias y capacidades de investigación principalmente de tipo experimental.

Por tanto, la asignatura de Eco toxicología debe desarrollarse con un enfoque integral, inter y transdisciplinaria mente en un contexto de investigación formativa, de innovación y constructivista.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, M., Freitas, L., Pereira, A., Neves, L., Guimarães, L., Guilhermino, L., Chaminé, H. (2016). Environmental Groundwater Vulnerability Assessment in Urban Water Mines (Porto, NW Portugal). *Water*, 8(11), 499. <https://doi.org/10.3390/w8110499>
- Beasley, V. R., & Levengood, J. M. (2012). Chapter 66 - Principles of ecotoxicology. In R. C. Gupta (Ed.), *Veterinary Toxicology (Second Edition)* (pp. 831855). Academic Press. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-385926-6.00077-6>
- Bundschuh, M., Vogt, R., Seitz, F., Rosenfeldt, R. R., & Schulz, R. (2016). Do titanium dioxide nanoparticles induce food depletion for filter feeding organisms? A case study with *Daphnia magna*. *Environmental Pollution*, 214, 8 4 0 8 4 6 . <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.092>
- Cairns, J. (1988). Putting the eco in ecotoxicology. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 8(2), 226238.
- Chapman, P. M. (2002). Integrating toxicology and ecology: Putting the “eco” into ecotoxicology. *Marine Pollution Bulletin*.
- Chen, Q., Hu, X., Yin, D., & Wang, R. (2016). Effect of subcellular distribution on nC60 uptake and transfer efficiency from *Scenedesmus obliquus* to *Daphnia magna*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 128, 213221. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2016.02.026>
- Clements, W. H., & Newman, M. C. (1998). Experimental Approaches in Community Ecology and Ecotoxicology. In *Community Ecotoxicology* (pp. 99140). <https://doi.org/doi:10.1201/9781420005011.ch23>
- Cohn, J., & MacPhail, R. C. (1996). Ethological and

- experimental approaches to behavior analysis: Implications for ecotoxicology. In *Environmental Health Perspectives* (Vol. 104, pp. 299305).
- Colombo, A. (2010). Policy Research in a Complex Context. *Intelligent Information Management*, 2, 619630. <https://doi.org/10.4236/iim.2010.211071>
- Connell, P., Lam, P., Richardson, B., Wu, R. (1999). *Introduction to ecotoxicology*. Blackwell Science.
- Costa, S., & Teixeira, J. P. (2014). Toxicology. In *Encyclopedia of Toxicology* (pp. 718720). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00440-1>
- De Coen, W. M., Janssen, C. R., & Giesy, J. P. (2000). Biomarker applications in ecotoxicology: bridging the gap between toxicology and ecology. *New Microbiotests for Routine Toxicity Screening and Biomonitoring*.
- Devillers, J. (2009). *Ecotoxicology Modeling*. Springer (Vol. 2). <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0197-2>
- Di Giulio, R., & Newman, M. C. (2010). Ecotoxicology. In *Casarett & Doull's Essentials of Toxicology* (pp. 389398). the McGraw-Hill Companies.
- Harris, C. A., Scott, A. P., Johnson, A. C., Panter, G. H., Sheahan, D., Roberts, M., & Sumpter, J. P. (2014). *Principles of sound ecotoxicology*. Environmental Science and Technology. American Chemical Society.
- Hofkirchner, W. (2017). Transdisciplinarity Needs Systemism. *Systems*, 5(1), 15. <https://doi.org/10.3390/systems5010015>
- Michael Begon, Colin R. Townsend, and J. L. H. (2006). *Ecology From Individuals to Ecosystems* (Fourth). 350 Main Street, Malden, MA 02148-5020, USA: Blackwell Publishing Ltd.
- Schönhaar, S., Pidun, U., & Nippa, M. (2014). Transforming the business portfolio. *Journal of Business Strategy*, 35(3), 417. <https://doi.org/10.1108/JBS-06-2013-0041>
- Scott W. Burchiel, Cindy M. Knall, John W. Davis II, Richard S. Paules, Susan E. Boggs, and C. A. A. (2001). Analysis of Genetic and Epigenetic Mechanisms of Toxicity: Potential Roles of Toxicogenomics and Proteomics in Toxicology. *Toxicological Sciences*, 59, 193195.
- Sherratt, T. N., Thomas, C. J., Conrad, K. F., Willson, K. H., & Harvey, I. F. (1999). Landscape approaches in ecotoxicology. *Aspects of Applied Biology*, (53), 227234.
- Vighi, M., & Villa, S. (2013). Ecotoxicology: The Challenges for the 21st Century. *Toxics*, 1(1), 1835. <https://doi.org/10.3390/toxics1010018>.

## Macroinvertebrados acuáticos indicadores de calidad de agua en el río Chira, Sullana, Piura- Perú.

Josefa Lourdes Lisboa Barrientos<sup>2</sup>; Miguel Angel Cortez Oyola<sup>1</sup>; Santiago Coronel Chávez<sup>1</sup>

### RESUMEN

Las comunidades de macroinvertebrados acuáticos pueden verse afectadas por cambios de índole física y química que sufren los cuerpos de agua, bien sea por causas antrópicas o naturales, de manera que el grado de tolerancia de estos organismos a las perturbaciones permiten que sean potenciales indicadores de este tipo de alteraciones. La investigación se desarrolló en el río Chira, Sullana, región Piura, entre los meses noviembre-diciembre 2017 y enero-febrero 2018. El objetivo fue conocer la calidad de agua en el río Chira a través de macroinvertebrados acuáticos, utilizando índice adaptado del Biological Monitoring Working Party (BMWP) para ríos del norte del Perú nPeBMWP. Se establecieron cuatro puntos de muestreo ubicados en el Sector Huaypará, La Peña, Puente Viejo y Puente Sojo. Se determinaron 21 géneros, 20 familias, 12 órdenes, 6 clases y 3 phylum como indicadores biológicos. Según el índice biótico nPeBMWP el río Chira presenta un agua de calidad biológica Regular con aguas contaminadas y sistema alterado.

**Palabras clave:** Macroinvertebrados, calidad de agua, índice biológico, nPeBMWP, grado de tolerancia, indicadores biológicos, ríos.

### ABSTRACT

The communities of aquatic macroinvertebrates can be affected by changes of physical and chemical nature that water bodies suffer, either due to anthropic or natural causes, so that the degree of tolerance of these organisms to disturbances allows them to be potential indicators of this type of alterations. The research was carried out in the Chira river, Sullana, Piura region, between the months November-December 2017 and January-February 2018. The objective was to know the quality of water in the Chira river through aquatic macroinvertebrates, using the adapted Biological index Monitoring Working Party (BMWP) for rivers in northern Peru nPeBMWP. Four sampling points were established located in the Huaypará Sector, La Peña, Puente Viejo and Puente Sojo. 21 genera, 20 families, 12 orders, 6 classes and 3 phylum were determined as biological indicators. According to the biotic index nPeBMWP, the Chira River has a regular biological quality water with contaminated water and an altered system.

**Keywords:** Macroinvertebrates, water quality, biological index, nPeBMWP, degree of tolerance, biological indicators, rivers.

---

<sup>1</sup> Docentes de la Universidad Nacional de Piura.

<sup>2</sup> Bióloga empresa privada.

## I. INTRODUCCIÓN

Los macroinvertebrados han sido usados desde el principio del siglo pasado en la evaluación de la calidad del agua y son numerosos los países que lo aplica (Rosenberg & Resh, 1993). Evaluar la calidad del agua mediante los macroinvertebrados ofrece muchas ventajas, tales como rapidez en la obtención de resultados, simplicidad metodológica y una alta confiabilidad (Alba & Sánchez, 1988). Los métodos que utilizan macroinvertebrados son cada vez más aceptados entre los ecólogos. Uno de los índices bióticos más usados es el Biological Monitoring Working Party (BMWP), creado por Hellowell (1978), en Inglaterra, con el propósito de analizar la tolerancia a la contaminación orgánica de familias de macroinvertebrados (Naranjo et al, 2005). Se considera que un organismo es un indicador biológico cuando se encuentra invariablemente en un ecosistema de características definidas (Roldán, 1999).

Los macroinvertebrados son usados como bioindicadores debido a que gran parte de su vida se desarrollan en medios acuáticos. El índice BMWP (Biological Monitoring working Party) es un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores, sólo requiere llegar hasta el nivel de familia. Los datos son cualitativos (ausencia o presencia). Las puntuaciones son determinadas en función de la sensibilidad o tolerancia de diferentes grupos o familias a la contaminación orgánica, en un rango de 1 a 10 (Naranjo et al, 2005).

La investigación se desarrolló con el objetivo de conocer la calidad del agua del río Chira a través de macroinvertebrados acuáticos, utilizando el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP).

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El río Chira tiene sus orígenes en la unión del río Catamayo con el río Macará, en la frontera entre Perú y Ecuador. La longitud total de ambos ríos hasta su desembocadura en el Océano Pacífico es de 315 km, de los cuales 119 km se encuentran en suelo peruano (ANA, 2015) (Fig1).

### DESCRIPCIÓN DEL MUESTREO

Comprendió cuatro muestreos entre noviembre-diciembre 2017 y enero-febrero 2018, con un periodo de 2 semanas para la evaluación de la zona, colocación de los sustratos artificiales y la toma de coordenadas. Los puntos de muestreos pertenecen a la Red de Monitoreo de la ANA (Autoridad Nacional del Agua). Se tomaron cuatro puntos de muestreo, distribuidos en el curso del río Chira. La ubicación de

los puntos de muestreo se detalla en la Tabla 1 y Fig. 1.

Tabla 1. Ubicación y descripción de los puntos de muestreo, en el río Chira.

Pto. de muestreo	Nombre de muestreo	Localidad	Distrito	Coordenadas UTM Norte-Este
Punto 1	Sector Huaypira	Nuevo San Martín	Sullana	9481873 - 552472
Punto 2	La Peña	Santa Victoria	Lancones	9471163 - 545912
Punto 3	Puente Viejo Sullana	Sullana	Sullana	9459250-533876
Punto 4	Puente Sojo	Miguel Checa	Sullana	9459050-519380

El punto 1 se localizó en el Sector Huaypira, 250 m aguas debajo de la salida del reservorio Poechos; el punto 2 se ubicó a la altura del centro poblado La Peña 200 m antes de la captación agua potable para la Peña, La Horca, Puente de los Serranos, Santa Cruz, La Margarita y Hualtaca; el punto 3 se ubicó en el puente Viejo Sullana y el punto 4 se localizó en el puente Sojo.

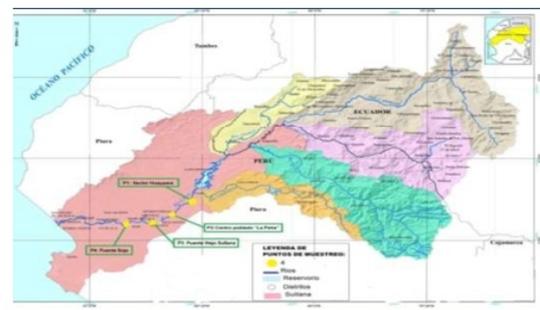


Fig.1. Ubicación de los puntos de muestreo en el río Chira, Piura.

### Muestreo de macroinvertebrados

Los muestreos se basaron en protocolos: “Metodología para el establecimiento del estado ecológico según la directiva del marco de agua en la conferencia hidrográfica del Ebro (Protocolo de muestreo de macroinvertebrados bentónicos)” y “Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: macroinvertebrados y necton (peces) en aguas continentales del Perú” (Samanez et al, 2014). En el Sector Huaypará y en La Peña se tomaron muestras con una red de mano de 300  $\mu$ m y una red Surber (30 x 30 cm, 500  $\mu$ m) removiendo los sustratos previamente seleccionados con la mano y/o botas (Alba, 1996). La red Surber se colocó en sentido contrario de la corriente y con las manos y/o botas se remueve el material del fondo, quedando atrapados los organismos en la red (Fukushima et al, 1982), realizándose barridos a lo largo de las orillas con vegetación y depositándose en recipientes de plástico. Los organismos se tomaron con pinzas de aluminio u otro material suave y con la ayuda de pinceles con el fin de no dañar las estructuras externas de los organismos recolectados (Alba, 1996).

En el Puente Viejo Sullana y en el Puente Sojo se utilizó el método de sustratos artificiales (Castillo, 2000), que consistió en cuatro bloques de concreto y un ladrillo dentro de una malla plástica de 1 cm de luz y se mezclaron con sustratos duros de diferentes

granulometrías y añadiendo leña, fibras vegetales para ser colonizados por los macroinvertebrados, atada a una estaca y se dejaron sumergidos entre 21 y 25 días para obtener la mayor diversidad posible (Alba, 1996). Para la colecta de macroinvertebrados se lavaron los bloques y las bolsas dentro de un balde con agua filtrada del mismo canal (Castillo, 2000). La muestra se tamizó y luego se dejaron los sustratos en el mismo lugar para la colonización hasta el muestreo siguiente. Se rotularon con una etiqueta adhesiva en el exterior del recipiente y con una etiqueta de papel cansón colocada en el interior: nombre del proyecto, código de la estación de muestreo, nombre del río, localidad y fecha de muestro. Las muestras se conservaron en alcohol 70% y se analizaron en el laboratorio de Zoología de Invertebrados del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Piura.

**Determinación de macroinvertebrados**

La determinación de los macroinvertebrados

acuáticos encontrados en el río Chira se realizó con la ayuda de un estereoscopio y clave taxonómica de Oscoz et al. (2009); Domínguez et al. (1994).

**Valoración de la calidad biológica del agua**

La calidad de agua del río Chira se determinó en los cuatros puntos, utilizando el índice adaptado del BMWP, el nPeBMWP – Biological Monitoring Working Party para los ríos del norte del Perú. El índice biótico nPeBMW considera la diversidad de familias de macroinvertebrados, otorgándole un puntaje que es presentada en la Tabla 2 y la Tabla 3, donde se encuentran los valores de la calidad de agua. El índice biótico nPeBMWP es un índice aditivo que va sumando puntos según el número de familias encontradas, cada una de las cuales tiene un valor numérico del 1 al 10, relacionado con su sensibilidad a la polución. El valor es más elevado cuanto más intolerante es la familia a la contaminación (Prat et al, 2009; Alba y Sánchez, 1988).

Tabla 2. Índice biótico para los ríos de la costa norte del país (nPeBMWP) para la determinación de la calidad del agua (Medina et al., 2008).

Familias	Puntaje
Helicopsychidae, Blepharoceridae, Leptophlebiidae, Oligoneuridae, Ameletidae, Athericidae, Trycorythidae, Perlidae, Odontoceridae, Calamoceridae, Oligoneuridae, Polythoridae, Gripopterygidae	10
Hydrobiosidae, Polycentropodidae, Leptoceridae, Xiphocentronidae, Philopotamidae, Gomphidae, Calopterygidae.	8
Glososomatidae, Limnephilidae, Leptohyphidae.	7
Hydroptilidae, Ancylidae, Hyalellidae, Aeshnidae, Libellulidae, Corydalidae, Coenagrionidae, Pseudothelphusidae (Decapoda), Gammaridae.	6
Turbellaria, Simuliidae, Tipulidae, Hidropsychidae, Ptilodactylidae, Lampyridae, Elmidae, Psephenidae, Scirtidae (Helodidae), Dryopidae, Hydraenidae, Veliidae, Gerridae, Smuliidae, Corixidae, Notonectidae, Naucoridae, Hydrochidae, Planaridae, Amphipoda, Mesoveliidae, Helophoridae.	5
Stratiomidae, Ceratopogonidae, Tabanidae, Dolichopodidae, Baetidae, Hydracarina, Pyralidae, Belostomatidae, Limoniidae, Dixidae, Empididae, Curculionidae, Chrysomelidae.	4
Hiudinea, Ostracoda, Physidae, Hidrobiidae, Limnaeidae, Planorbidae, Sphaeriidae, Staphylinidae, Hidrophilidae, Dytiscidae, Gyrinidae, Psychodidae, Hydrometridae, Psychodidae.	3
Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Ephyridae, Gelastocoridae.	2
Oligochaeta, Syrphidae	1

Tabla 3. Clasificación de la calidad de agua, mediante la utilización del índice adaptado del Biological Monitoring Working Party (BMWP) para ríos del norte del Perú nPeBMWP.

Clase	Puntuación BMWP	Grado de contaminación	Calidad de las aguas	Color
I	> 100	Aguas muy limpias o no alteradas de modo sensible	Buena	Azul
II	61 – 100	Son evidentes algunos efectos de contaminación	Aceptable	Verde
III	36 – 60	Aguas contaminadas (sistema alterado)	Regular	Naranja
IV	16 – 35	Aguas muy contaminadas (sistema muy alterado)	Mala	Amarillo
V	< 15	Aguas fuertemente contaminadas (sistema fuertemente alterado)	Pésima	Rojo

III. RESULTADOS

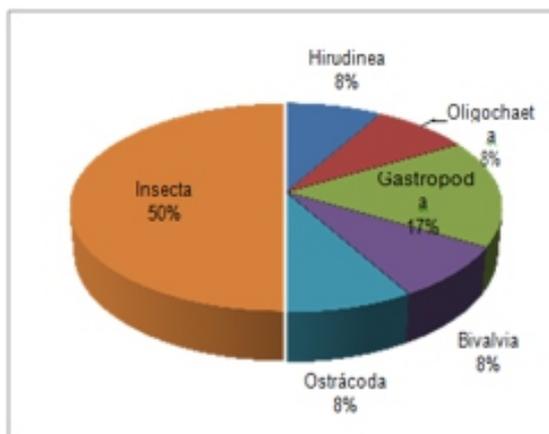
DETERMINACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS DEL RÍO CHIRA.

Composición Taxonómica

Se registraron 21 géneros, 20 familias, 12 órdenes, 6 clases y 3 phylum que pertenecen a la composición taxonómica de macroinvertebrados acuáticos en el río Chira (Tabla 4).

**Tabla 4.** Composición taxonómica de macroinvertebrados acuáticos encontrados en cada punto muestreado en el río Chira entre noviembre-diciembre 2017 y enero-febrero 2018.

PHYLLUM	CLASE	ORDEN	FAMILIA	GENERO
Annelida	Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia complanata</i>
	Oligochaeta	Tubificidos	Tubificidae	<i>Branchiura sp</i>
Mollusca	Gastropoda	Mesogastropoda	Thiaridae	<i>Melanoides tuberculatus</i>
			Ampullariidae	<i>Pomacea sp</i>
		Basommatophora	Physidae	<i>Physa chilensis</i>
	Bivalvia	Veneroidea	Planorbidae	<i>Drepanotrema sp</i>
			Sphariidae	<i>Pisidium sp</i>
Arthropoda	Ostracoda	Podocopa	Cyprididae	<i>Podocopa sp</i>
	Insecta	Diptera	Chironomidae	<i>Chironominae sp</i>
			Culicidae	<i>Culex sp</i>
		Ephemeroptera	Leptohyphidae	<i>Tricorythodes sp</i>
			Baetidae	<i>Baetis sp</i>
		Trichoptera	Hidropsychidae	<i>Smicridea sp</i>
		Coleoptera	Hidrophilidae	<i>Tropistemus sp</i>
		Hemiptera	Hebridae	<i>Hebrus sp</i>
			Belostomatidae	<i>Belostoma sp</i>
			Pleidae	<i>Paraplea sp</i>
			Gerridae	<i>Eurygerris kahli</i>
	Odonata	Libellulidae	Libellulidae	<i>Peritemis sp</i>
			Coenagrionidae	<i>Ischnura sp</i>
			<i>Argia sp</i>	



**Fig. 2.** Porcentaje de órdenes en cada clase de macroinvertebrados acuáticos encontrados para cada punto de muestreo.

En la Figura 2 se observa que la clase predominante fue la Insecta que representó el 50% del total de los órdenes identificados durante el muestreo; con un máximo de 6 órdenes: Hemiptera, Díptera, Odonata, Ephemeroptera, Coleoptera y Trichoptera.

Utilización del Índice NPeBMWP – Biological Monitoring Working Party Para los ríos del norte del Perú.

Para conocer la calidad del agua en el río Chira se utilizó la metodología establecida en el índice biótico nPeBMWP que se calcula sumando las puntuaciones asignadas a las distintas familias de macroinvertebrados encontradas en el muestreo (Tabla 2), estableciendo los valores de la calidad del agua según su grado de sensibilidad a la contaminación (Tabla 3). La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en el sitio de estudio establece el valor final del índice biótico determinando la calidad del agua. En la Tabla 5 se observa los puntajes asignados según el índice nPeBMWP (Medina et al, 2008) a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en el río Chira. La metodología establece que el puntaje oscila entre los valores de 1 al 10 de acuerdo con la tolerancia a la contaminación orgánica de las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados.

**Tabla 5.** Puntaje según el índice nPeBMWP (Medina et al, 2008) asignado a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos encontrados en los puntos de muestreo en el río Chira entre noviembre-diciembre 2017 y enero-febrero 2018.

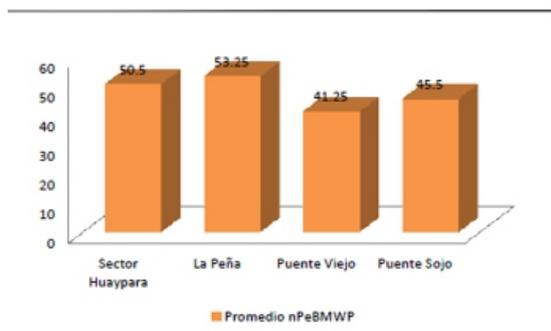
CLASE	ORDEN	FAMILIA	Sector Huaypara				La Peña				Puente Viejo				Puente Sojo			
			2017		2018		2017		2018		2017		2018		2017		2018	
			Nov	Dic	Ene	Feb	Nov	Dic	Ene	Feb	Nov	Dic	Ene	Feb	Nov	Dic	Ene	Feb
Hirudinea	Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Oligochaeta	Tubificidos	Tubificidae	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Gastropoda	Mesogastro-poda	Thiaridae	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	Basommatophora	Physidae	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
		Planorbidae		3				3				3				3		
Bivalvia	Veneroidea	Sphariidae	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
Ostracoda	Podocopida	Cyprididae				3							3				3	
Insecta	Diptera	Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		Culicidae		2	2			2	2			2	2			2	2	
	Ephemeroptera	Leptohyphidae	7	7	7	7	7	7	7									
		Baetidae	4	4	4	4	4	4	4						4	4	4	
	Trichoptera	Hidropsychidae	5				5											
	Coleoptera	Hidrophilidae			3	3			3	3			3	3			3	
	Hemiptera	Hebridae							3	3			3	3			3	
		Belostomatidae				4				4							4	
		Pleidae				3				3				3				3
	Odonata	Gerridae	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
		Libellulidae	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
		Coenagrionidae	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
<b>nPeBMWP</b>			<b>47</b>	<b>47</b>	<b>50</b>	<b>58</b>	<b>51</b>	<b>51</b>	<b>54</b>	<b>57</b>	<b>35</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>44</b>	<b>47</b>	<b>55</b>

Calidad de agua, mediante la utilización del índice adaptado del Biological Monitoring Working Party (BMWP) para ríos del norte del Perú nPeBMWP.

**Tabla 6.** Clasificación de la calidad de agua, mediante la utilización del índice adaptado del Biological Monitoring Working Party (BMWP) para ríos del norte del Perú nPeBMWP en los puntos de muestreo en el río Chira entre noviembre-diciembre 2017 y enero-febrero 2018.

Puntos de muestreo	Puntuación obtenida				Promedio nPeBMWP	Calidad del agua	Grado de contaminación
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero			
Sector Huaypará	47	47	50	58	50,5	Regular	Aguas contaminadas (sistema alterado)
La Peña	51	51	54	57	53,25	Regular	Aguas contaminadas (sistema alterado)
Puente Viejo	35	40	43	47	41,25	Regular	Aguas contaminadas (sistema alterado)
Puente Sojo	39	44	47	52	45,5	Regular	Aguas contaminadas (sistema alterado)

La Tabla 6 se observa que el mayor puntaje del índice nPeBMWP se registró en el Sector Huaypará en febrero 2018, con un valor de 58 presentando una calidad del agua regular con aguas contaminadas (sistema alterado). En la Tabla 6 y Fig. 3 los valores promedio del índice nPeBMWP para el Sector Huaypará, La Peña, Puente Viejo y Puente Sojo fueron 50,5; 53,25; 41,25 y 45,5 respectivamente, estableciéndose que la calidad del agua para los cuatro puntos muestreados en el río Chira es regular.



**Fig. 3.** Valores promedios obtenidos del índice nPeBMWP en los puntos de muestreo en el río Chira

entre noviembre-diciembre 2017 y enero-febrero 2018.

#### IV. DISCUSIÓN

Los macroinvertebrados acuáticos encontrados en el río Chira estuvo constituida por 21 géneros, 20 familias, 12 ordenes, 6 clases y 3 phylum, con una predominancia en la clase Insecta, corroborando lo indicado por (Roldán, 2003) dentro de los macroinvertebrados acuáticos de ecosistemas lóticos. Igual similitud reporta la ANA (2015) de macroinvertebrados, con una composición taxonómica de 19 familias, 13 órdenes, 6 clases y 3

phyllum. La presencia predominante de 9 familias: Glossiphoniidae, Tubificidae, Thiaridae, Physidae, Sphariidae, Chironomidae, Gerridae, Libellulidae y Coenagrionidae con amplia distribución (se registraron en todos los puntos muestreados). Las familias Glossiphoniidae y Tubificidae presentes en el río Chira se caracterizan por vivir en aguas contaminadas y muy contaminadas, asociados a materia orgánica (Roldán, 1988 en Rivera Usme et al. 2013; Roldán y Ramírez, 2008). La presencia de estas familias ratifica condiciones de deterioro y se caracteriza por vivir en este tipo de hábitat (Ariza, 2016), reconocida como indicadora de aguas de mala calidad (Álvarez, 2005 en Hessberg, 2009).

La familia tolerante como Chironomidae, con puntaje de tolerancia 2, presente en la calidad de agua del río Chira regular y mala, con grado de contaminación de aguas contaminadas y muy contaminadas. La presencia de la familia Chironomidae en el río Chira se relacionó con su capacidad para tolerar altos grados de contaminación del agua. Estas larvas viven en aguas estancadas o de corriente, resisten altos la contaminación y son indicadores de agua de mala calidad (Gamboa et al. 2008). Adicionalmente, los quironómidos pueden tolerar altas concentraciones de carga orgánica y bajas concentraciones de oxígeno, lo que le facilita tener altas tasas de reproducción (Figueroa et al. 2003). Esto corrobora la designación dada a la familia como tolerantes a altos niveles de contaminación.

Según Santos (1981), las larvas del orden Odonata son importantes en las redes tróficas de los ecosistemas acuáticos debido a que son consumidas por aves, reptiles, peces y anfibios. La familia Coenagrionidae y la familia Libellulidae se registró en los cuatro puntos de muestreo del río Chira. Estas familias también pueden soportar grados altos de contaminación y prefiere la vegetación de la orilla (Roldán, 1988).

Los valores obtenidos con la aplicación del índice biótico adaptado del BMWP, el nPeBMWP – Biological Monitoring Working Party para el Sector Huaypará fue de una calidad de agua “Regular” con valores de 47 a 58; La Peña con una calidad de agua “Regular” con valores de 51 a 57, Puente Viejo con una calidad de agua “Mala” en noviembre 2018, con un valor de 35, con grado de contaminación de aguas muy contaminadas con sistema alterado y los valores en este punto fueron de 35 a 47 y Puente Sojo los valores fueron de 39 a 52 con calidad de agua “Regular”. En promedio por puntos de muestreo la calidad de agua del río Chira para los cuatro puntos muestreados presentó un índice de 45,5 a 50,5 con calidad de agua Regular y con el grado de contaminación de Aguas contaminadas (sistema

alterado) Esto se debe a los vertimientos de aguas residuales domésticas sin control, la disposición inadecuada de residuos sólidos y desmontes en las aguas, el excesivo uso de productos químicos para abonar los suelos y para el control de plagas deterioran la calidad del agua (Tabla 6). Según este estudio los índices BMWP mide la calidad de agua, mediante la presencia o ausencia de familias de macroinvertebrados (Alba, 1996).

## V. CONCLUSIONES

- Se determinaron 3 Phylum, 6 clases, 12 órdenes, 19 familias, 21 géneros como indicadores biológicos.
- Según el índice nPeBMWP la calidad del agua del río Chira fue “Regular” con aguas contaminadas con sistema alterado.
- Según el índice nPeBMWP los macroinvertebrados tolerantes a la contaminación son Glossiphonia complanata, Branchiura sp., Melanoides tuberculatus, Physa chilensis, Drepanotrema sp., Pisidium sp., Podocopa sp., Chironominae sp., Culex sp., Tricorythodes sp., Baetis sp., Smicridea sp., Tropistemus sp., Hebrus sp., Belostoma sp., Paraplea sp., Eurygerris kahli, Peritemis sp., Ischnura sp., Argia sp.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBA, J. & SÁNCHEZ, A. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la calidad biológica de las aguas corrientes basado en el Hellawell (1978). *Limnetica*, 4, pp.51-56.
- ALBA, J. (1996). Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos. IV Simposio del agua en Andalucía (SIAGA).II. pp 203-2013.
- AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. (2015). Evaluación Hidrobiológica de la cuenca del río Chira. Informe N° 1.
- CASTILLO, L. (2000). Pesticide impact of intensive banana production on aquatic ecosystems in Costa Rica. Stockholm University, Stockholm, Sweden.18.
- DOMÍNGUEZ, E., HUBBARD, M. & PESCADOR, M. (1994). Los Ephemeroptera en Argentina. PROFADU CONICET. Vol (33).
- DOMÍNGUEZ, E., & FERNÁNDEZ, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos suamericanos: Sistemática y Biología. Tucumán: Fundación Miguel Lillo.
- FIGUEROA, R.; ARAYA, E.; PARRA, O. & VALDOVINOS, C. (2003). Invertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua, Centro de Ciencias Ambientales,

- EULA-Chile.
- FUKUSHIMA, M.; SIFUENTES, G.; SALDAÑA, G.; CASTILLO, G.; REYES, J. & SHIMOKAWA, L. (1982). Catedra de Limnologia "Métodos limnológicos". Universidad Nacional de Trujillo.
- MEDINA, C.; HORA, M.; ASCENCIO, I.; PEREDA, W. & GABRIEL, R. (2008). El índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), modificado y adaptado a tres microcuencas del Alto Chicama. La Libertad. Perú. Recuperado de: <http://revistas.unitru.edu.pe/index.php/SCIENDO/article/download/280/284>.
- NARANJO, C; GONZALES, D; GARCÉS, G; BRANDIMARTE, L; MUÑOZ, S. & MUSLE, Y. (2005). Una metodología rápida y de fácil aplicación para la evaluación de la calidad del agua utilizando el índice BMWP- Cuba para rios cubanos.
- PRAT, N.; RÍOS, B.; ACOSTA, R. & RIERADEVALL, M. (2009). Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de las aguas. En: Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. (pp. 631-654). Tucumán, Argentina: Fundación Miguel Lillo.
- ROLDÁN, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la calidad de agua. Revista de la Academia Colombia de Ciencias Exactas Físicas y Naturales 23 (88): 375-387.
- ROLDÁN, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Uso del método BMWP/Col. Medellín. Colombia: Universidad de Antioquia. 170 pp.
- ROLDÁN, G. & RAMÍREZ, J. (2008). Fundamentos de limnología neotropical. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- ROSENBERG, D Y RESH, V. (1993). Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrados. Chapman. New york, USA. 488 pp.

## Calidad de vida y su relación con algunos factores sociodemográficos en adultos mayores que asisten a un hospital nacional de Perú, 2019

### Quality of life and its relationship with some sociodemographic factors of older adults attending a national hospital in Peru, 2019

Mg. Mónica Elisa Meneses La Riva<sup>1</sup> Dra. Susana Edita Paredes Díaz<sup>2</sup> Mgtr. Roberto Carlos Fiestas Flores<sup>3</sup> Mgtr. Josefina Amanda Suvo Vega<sup>4</sup> Mgtr. Jorge Luis Aníbal Baldárrago Baldárrago<sup>5</sup>

#### RESUMEN

La Organización Mundial de la Salud reportó que la esperanza de vida se ha incrementado en los últimos años; haciéndose fundamental el valorar y conocer el nivel de calidad de vida del adulto mayor, lo que permitirá brindarles de manera oportuna los cuidados holísticos integrales y de calidad. En este sentido, con el objetivo de determinar si existe relación entre la calidad de vida y algunos factores sociodemográficos en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú, se realizó una investigación aplicada, cuantitativa, con diseño no experimental descriptivo, correlacional durante enero a julio 2019, con una muestra de 300 adultos mayores. La técnica de recolección de datos fue la encuesta y los instrumentos la Escala FUMAT para la evaluación de la calidad de vida y un cuestionario que identificó los factores; los resultados se analizaron con la prueba estadística Chi2 para establecer relación entre las variables, demostrándose que solo el 10.3% de los adultos mayores tuvieron un nivel alto de calidad de vida, mientras que el 45% y 44.7% la tuvieron en niveles bajo y medio, respectivamente; así mismo la calidad de vida de estos adultos si se relacionó significativamente ( $p < 0.05$ ) con la edad, sexo, estado civil y condición laboral, mientras que con el grado de instrucción no; resultados que son relevantes para mejorar sus cuidados, los mismos que deben estar ligados a la satisfacción de sus necesidades básicas prioritarias y al soporte emocional familiar y social.

**Palabras clave:** Calidad de vida, adulto mayor, factores sociodemográficos.

#### ABSTRACT

The World Health Organization reported that life expectancy has increased in recent years; It is essential to assess and know the level of quality of life of the elderly, which will allow them to provide comprehensive and quality holistic care in a timely manner. In this sense, in order to determine whether there is a relationship between quality of life and some sociodemographic factors in older adults attending a national hospital in Peru, an applied, quantitative research was conducted, with descriptive, non-experimental, correlational design during January to July 2019, with a sample of 300 seniors. The data collection technique was the survey and the instruments the FUMAT Scale for the evaluation of the quality of life and a questionnaire that identified the factors; the results were analyzed with the Chi2 statistical test to establish a relationship between the variables, showing that only 10.3% of older adults had a high level of quality of life, while 45% and 44.7% had it at low and medium levels, respectively; likewise, the quality of life of these adults was significantly related ( $p < 0.05$ ) with age, sex, marital status and working status, while with the degree of instruction not; results that are relevant to improve your care, the same that should be linked to the satisfaction of your basic priority needs and emotional family and social support

**Keywords:** Quality of life, elderly, sociodemographic factors

---

<sup>1-5</sup>Universidad César Vallejo Filial Lima Campus Lima Norte. Docentes de la Dirección de Investigación

## I. INTRODUCCIÓN

Envejecer es un proceso natural en la vida de todo ser vivo y se debe a los cambios graduales en la actividad metabólica de los órganos y la progresiva disfunción de la capacidad regenerativa de las células. A lo largo del planeta tenemos distintas cifras para la esperanza de vida; sin embargo, globalmente ésta se ha ido incrementando; debido probablemente por la presencia de factores que influyen en la calidad de vida de estas personas, como por ejemplo factores hereditarios, estilo de vida, nutrición, consumo de sustancias nocivas como el alcohol y el cigarrillo, la actividad física, y otros (1). La Organización Mundial de la Salud (OMS), precisó que la esperanza de vida aumentó 5.5 años entre 2000 y 2016, así mismo, señaló que hay más de 600 millones de adultos mayores en el mundo y que esta cifra se duplicará en el 2025 y alcanzará los 2 mil millones para el 2050. El adulto mayor tiene gran probabilidad de desarrollar problemas de salud debido a la reducida actividad física y mental, sumándose a ella la soledad, actividad sexual deficiente y los trastornos metabólicos crónicos, situaciones que pueden provocar trastornos emocionales que disminuyen su calidad de vida (2).

La calidad de vida es la percepción de cada persona desde su perspectiva en la vida, en el contexto de su cultura y sistema de valores en el cual se desarrolla y en relación a las metas, sus expectativas, sus leyes, sus inquietudes; está influido por la salud física, el estado psicológico, el nivel de dependencia, las relaciones sociales y la relación con el contexto. Al respecto, Instituciones internacionales sobre las perspectivas económicas de América Latina (2018) mencionan que hace algunos años la calidad de vida en algún estado se evaluaba en términos del bienestar y estaba relacionado de la división del Producto Bruto Interno con la cantidad de habitante; sin embargo, esto no es real (3); Por su parte, Rubio, Rivera, Borges y González (2015), precisan que el concepto de calidad de vida es relativo como los son el bienestar y la felicidad, resaltando que existe aspectos como los factores físicos, psíquicos, sociales, espirituales, culturales, filosóficos, médicos, etc., que tienen mucho que ver con la valoración que la persona haga sobre sí mismo; es decir, que la calidad de vida, pertenece al ámbito de la subjetividad, pero tiene mucho que ver con la objetividad que envuelva a la persona (4).

Varela (2016), en su estudio analítico sobre salud y calidad de vida, enfatiza que “la concepción de salud, envejecimiento saludable, exitoso, activo y calidad de vida de las personas adultas mayores, debe ser abordada de una manera integral, en la que, además

del enfoque del aspecto de salud, se considere el bienestar personal, su funcionalidad y los entornos socio familiares propicios y favorables que les permita continuar su desarrollo personal (5). Por su parte, Navarro, Leitón, Ojeda y Villanueva (2013), en su estudio sobre los factores asociados a la calidad de vida del adulto mayor en el área urbana de México, determinaron que la edad que predominante (78.8%) en la población fue de 60 a 74 años, las mujeres representan el 70.5%, el 51.7% fueron casados, el 57.7% tuvieron primaria, el 72.9% percibía un ingreso económico, el 47% tuvo función cognitiva normal, el 55% tenía alto apoyo familiar, el 63.6% no había sufrido enfermedad los últimos seis meses y el 84.46% no tenía acceso a los servicios de salud; concluyendo que la valoración de la calidad de vida, solo con el SF-36, es incompleta sino se valora adicionalmente la función cognitiva (6).

Igualmente, Soria y Montoya (2017), en su estudio sobre envejecimiento y factores asociados a la calidad de vida de los adultos mayores en el Estado de México concluyen afirmando que las buenas condiciones de vivienda se relacionan de manera importante con niveles de calidad de vida altos, de igual manera los niveles de felicidad están relacionados con el derecho a recibir atención médica por instituciones de salud; por el contrario, el no tener derechohabencia y en tener viviendas en malas condiciones se asocian a niveles bajos de calidad de vida (7); revelándose así los aspectos en los que se debe prestar mayor atención en las personas de tercera edad (8).

Como se puede identificar, la etapa del adulto mayor está llena de cambios frecuentemente asociadas a enfermedades; sin embargo, esto no impide alcanzar un adecuado bienestar físico, psicológico y social; por lo que se hace necesario evaluar las habilidades, memoria y aprendizaje, como lo establecen Gómez, Verdugo, Arias y Navas (2008), al indicar que la calidad de vida del adulto mayor tiene que ver con dimensiones como: bienestar emocional el cual consta de bienestar psicológico y satisfacción del adulto mayor con su entorno; autoconcepto que corresponde a la ausencia de estrés, sentimientos negativos y relaciones de pareja; relaciones interpersonales relacionado a apoyo, al soporte familiar en su entorno teniendo en cuenta las amistades claramente identificadas, relaciones sociales y familiares, contactos sociales positivos y gratificantes y; el bienestar material como es la vivienda, condiciones del servicio, jubilación, posesiones e ingresos (9).

Como puede evidenciarse, el adulto mayor es una persona que tiene un alto grado de vulnerabilidad y fragilidad en su estado de salud por lo que es necesario darle las condiciones idóneas en la

satisfacción de sus necesidades básicas para asegurar la calidad de vida; así, los cuidados en el adulto mayor están relacionados a evitar el dolor, incrementar experiencias de bienestar, dignidad, respeto, bienestar emocional y el acercamiento de sus seres queridos (9, 10, 11). Por lo tanto y ante lo expuesto se propuso la siguiente interrogante ¿Existe relación entre la calidad de vida y algunos factores sociodemográficos en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú durante el año 2019?, proponiéndose así el siguiente objetivo general: Determinar si existe relación entre la calidad de vida y algunos factores sociodemográficos en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú durante el año 2019. La hipótesis alternativa sería que si existe relación entre la calidad de vida y algunos factores sociodemográficos en los adultos mayores; mientras que la nula que no existe relación entre la calidad de vida y algunos factores sociodemográficos en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú durante el año 2019.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

La investigación fue de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño no experimental, descriptivo correlacional y transversal (12). La población fue de 1365 adultos mayores atendidos en el servicio de consulta externa del servicio de gerontología de un hospital nacional de Lima Perú, durante enero-julio 2019 y la muestra, con un margen de error al 5% y con un nivel de confianza al 95% fue de 300 adultos mayores, los mismos que cumplieron criterios de inclusión como firma de consentimiento informado y orientados en tiempo y espacio. La técnica de recolección de datos fue la encuesta y los instrumentos la Escala FUMAT (13) para la evaluación de la calidad de vida y un cuestionario que identificó los factores sociodemográficos; los mismos que fueron validados por juicio de expertos y prueba piloto obteniéndose un valor de 0.98 en su confiabilidad. Como métodos de análisis de datos se utilizó la estadística descriptiva e inferencial, hallándose la relación a través de tablas de contingencia con estadísticos como  $\chi^2$  para determinar la relación de dependencia y V de Cramer para ver el grado de relación, con un nivel de confianza del 95%. Finalmente, durante toda la investigación se aplicó los aspectos éticos respectivos.

## RESULTADOS

**Tabla 1. Calidad de vida de adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú, 2019**

Indicadores	CALIDAD DE VIDA	
	Nro.	%
Bajo	135	45.0
Medio	134	44.7
Alto	31	10.3
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Instrumento de recolección de datos

**Tabla 2. Relación entre calidad de vida y la edad como factor sociodemográfico en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú, 2019**

CALIDAD DE VIDA	EDAD (años)						Total	Chi-cuadrado de Pearson	gl.	Significación asintótica (bilateral)	
	60-68		69-77		78-85						
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%					
Bajo	86	28.7	45	15.0	4	1.3	<b>135</b>	<b>45.0</b>	10.888 <sup>a</sup>	4	.028
Medio	60	20.0	67	22.4	7	2.3	<b>134</b>	<b>44.7</b>			
Alto	14	4.7	16	5.3	1	0.3	<b>31</b>	<b>10.3</b>			
<b>Total</b>	<b>160</b>	<b>53.3</b>	<b>128</b>	<b>42.7</b>	<b>12</b>	<b>4.0</b>	<b>300</b>	<b>100.0</b>			

Fuente: Instrumento de recolección de datos

a. 1 casilla (11.1%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1,24.

	Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi .191	.028
	V de Cramer .135	.028
N de casos válidos	300	

**Tabla 3. Relación entre calidad de vida y el sexo como factor sociodemográfico en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú, 2019**

CALIDAD DE VIDA	SEXO				Total		Chi-cuadrado de Pearson	gl.	Significación asintótica (bilateral)
	Masculino		Femenino		Nro.	%			
	Nro.	%	Nro.	%					
Bajo	114	38.0	21	7.0	135	45.0	12.587 <sup>a</sup>	2	.002
Medio	123	41.0	11	3.7	134	44.7			
Alto	21	7.0	10	3.3	31	10.3			
<b>Total</b>	<b>258</b>	<b>86.0</b>	<b>42</b>	<b>14.0</b>	<b>300</b>	<b>100.0</b>			

Fuente: Instrumento de recolección de datos

a. 1 casilla (16.7%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,34.

	Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi .205	.002
	V de Cramer .205	.002
N de casos válidos	300	

**Tabla 4. Relación entre calidad de vida y el estado civil como factor sociodemográfico en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú, 2019**

CALIDAD DE VIDA	ESTADO CIVIL								Total		Chi-cuadrado de Pearson	gl.	Significación asintótica (bilateral)
	Soltero		Casado		Viudo		Divorciado		Nro.	%			
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%					
Bajo	26	8.7	54	18.0	53	17.6	2	0.7	135	45.0	14,103 <sup>a</sup>	6	.029
Medio	33	11.0	63	21.0	37	12.4	1	0.3	134	44.7			
Alto	14	4.6	12	4.0	5	1.7	0	0.0	31	10.3			
<b>Total</b>	<b>73</b>	<b>24.3</b>	<b>129</b>	<b>43.0</b>	<b>95</b>	<b>31.7</b>	<b>3</b>	<b>1.0</b>	<b>300</b>	<b>100.0</b>			

Fuente: Instrumento de recolección de datos

a. 3 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,31.

	Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi .217	.029
	V de Cramer .153	.029
N de casos válidos	300	

**Tabla 5. Relación entre calidad de vida y condición laboral como factor sociodemográfico en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú, 2019**

CALIDAD DE VIDA	CONDICIÓN LABORAL												Chi-cuadrado de Pearson	gl.	Significación asintótica (bilateral)		
	Comerciante	Empleado		Jubilado		Obrero		Ama de casa		Agricultor		Total					
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%				Nro.	%
Bajo	9	3.0	86	28.7	30	10.0	8	2.7	2	0.7	0	0.0	135	45.0	23.546 <sup>a</sup>	10	.009
Medio	15	5.0	86	28.7	30	10.0	2	0.7	1	0.3	0	0.0	134	44.7			
Alto	4	1.3	11	3.7	13	4.3	1	0.3	1	0.3	1	0.3	31	10.3			
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>9.3</b>	<b>183</b>	<b>61.0</b>	<b>73</b>	<b>24.3</b>	<b>11</b>	<b>3.7</b>	<b>4</b>	<b>1.3</b>	<b>1</b>	<b>0.3</b>	<b>300</b>	<b>100.0</b>			

Fuente: Instrumento de recolección de datos

a. 10 casillas (55,6%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,10.

	Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi .280	.009
	V de Cramer .198	.009
N de casos válidos	300	

**Tabla 6. Relación entre calidad de vida y grado de instrucción como factor sociodemográfico en los adultos mayores que asisten a un hospital nacional del Perú, 2019**

CALIDAD DE VIDA	GRADO DE INSTRUCCIÓN										Chi-cuadrado de Pearson	gl.	Significación asintótica (bilateral)		
	Analfabeto		Primaria		Secundaria		Técnico		Superior					Total	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%				Nro.	%
Bajo	2	0.7	22	7.3	14	4.7	1	0.3	96	32.0	135	45.0	8.318 <sup>a</sup>	8	.403
Medio	2	0.7	17	5.7	15	5.0	0	0.0	100	33.3	134	44.7			
Alto	0	0.0	1	0.3	1	0.3	0	0.0	29	9.7	31	10.3			
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>1.3</b>	<b>40</b>	<b>13.3</b>	<b>30</b>	<b>10.0</b>	<b>1</b>	<b>0.3</b>	<b>225</b>	<b>75.0</b>	<b>300</b>	<b>100.0</b>			

Fuente: Instrumento de recolección de datos

a. 8 casillas (53,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 0,10.

	Valor	Significación aproximada
Nominal por Nominal	Phi .167	.403
	V de Cramer .118	.403
N de casos válidos	300	

#### IV. DISCUSIÓN

Entender la calidad de vida del adulto mayor es cada vez más urgente por cuanto la esperanza de vida de este grupo etario es cada vez mayor (2), al respecto la tabla 1 nos muestra de manera preocupante que solo el 10.3% de los adultos mayores en estudio tuvieron una calidad de vida con nivel alto, mientras que el 45.0% la tuvo con un nivel bajo y un 44.7% con nivel medio, resultados que coinciden con los de Pablo (2106), quien también reporta que el 12,7% de adultos mayores que asisten a la Casa “Polifuncional Palmas Reales” de Los Olivos Lima presentan una calidad de vida buena (14), haciendo ver la vigencia de estudios como éste y la necesidad de preocuparnos por esta situación, pues como profesionales, principalmente relacionados a la salud, nos corresponde promover la calidad de vida de la población y por ende tener adultos mayores satisfechos.

Al respecto, el Ministerio de Salud (MINSA), definió los lineamientos para la Atención Integral de la Salud de las personas Adultas mayores y conceptualizó al envejecimiento del ser humano como un proceso natural, universal, progresivo, irreversible y continuo durante todo el ciclo de vida; estos lineamientos buscan de manera prioritaria satisfacer las necesidades de salud del adulto mayor y favorecer un envejecimiento activo y saludable; de manera implícita lo que busca es mejor calidad de vida (15); entendiéndose que la calidad de vida del adulto mayor dependerá del contexto sociodemográfico en el que vive. Sin embargo, también se debe considerar que el soporte emocional y espiritual de la familia impulsa el deseo del adulto mayor a vivir plenamente en un sentido esperanzador donde el cuidado de la salud es un legado y regalo para asegurar un final de vida tranquila y una muerte digna (16,17,18). La responsabilidad de cuidar al adulto mayor es de todos los actores de una sociedad para ello es necesario brindarles espacios de conocimiento, intercambio y diálogo en armonía con su entorno sociocultural (19,20).

Así mismo, en las tablas 2 a la 5, se muestran la relación de la calidad de vida con el factor sociodemográfico edad, identificándose que la edad media fue de 69 años con una variabilidad de 5. 291 (valor de sig. 0,028 < 0.05). En cuanto al sexo de los investigados, se identificó que el 86% fueron del sexo masculino y el 14% femenino, identificándose también que la calidad de vida del adulto mayor se relacionó significativamente con el sexo (valor de sig. 0,002 < 0.05); igualmente se identificó que el 43% de los investigados fueron casados y un 31.7% viudos, el 24.3% fueron solteros y muy pocos, solo el

1% divorciados; al relacionar la calidad de vida con el estado civil se identificó que ambas variables tienen relación significativa (valor de sig. 0,029 < 0.05); así mismo, se demostró que el 61% de los investigados fueron empleados y un 24.3% fueron jubilados, muy pocos, el 9.3% fueron comerciantes; identificándose que este factor también se relacionó significativamente con la calidad de vida (valor de sig. 0,009 < 0.05).

Resultados que coinciden con los informados por Pinho, Pereira, Chaves (2017), quienes en su estudio encontraron que similares características sociodemográficas se relacionaban con la calidad de vida de los individuos, por lo que éstos deben estar incluidos en la planificación de estrategias para el cuidado integral del adulto mayor (21). Igualmente, Montanet, Bravo y Hernández (2009), reportaron datos similares como adultos mayores, en su mayoría del sexo masculino, que a mayor edad menor calidad de vida, con estado civil mayormente viudos o divorciados (22); resultados que pueden explicarse en el hecho que mientras menor edad tenga el adulto mayor su protagonismo es mayor, disminuyendo éste progresivamente al evidenciarse las discapacidades que por enfermedad y rasgos de personalidad se presenten al avanzar la edad, afectando obviamente su calidad de vida. La relación entre la calidad de vida del adulto mayor y las variables edad, sexo, estado civil y condición laboral como factores socioculturales, muestran dependencia principalmente por el entorno que se desarrolla; existiendo el consenso en que la calidad de vida debe ser considerada desde una visión multidimensional, que además de lo anteriormente mencionado, debe incluir aspectos ambientales, culturales, económicos, de servicios de salud, satisfacción, actividades de ocio, entre otros (23).

Finalmente, en la tabla 6, se identificó que el 75% de los investigados tuvieron grado de instrucción superior, y de estos el 32%, el 33.3% y 9.7% tuvieron calidad de vida baja, media y alta respectivamente, por lo que estas variables no se relacionaron significativamente (valor de sig. 0,403 > 0.05); resultados que evidencian la independencia de las variables y la necesidad de evaluar esta problemática de manera integral, con intervenciones en la comunidad, a mediano y largo plazo, encaminadas a mantener y ampliar las capacidades en el autocuidado e incrementar la calidad de vida tanto física, psicosocial y emocional dando un sentido esperanzador en el mañana al adulto mayor (24,25).

#### V. CONCLUSIÓN

Los resultados permiten concluir que:

- Solo el 10.3% de los adultos mayores que

asistieron a un hospital nacional del Perú durante enero a julio 2019 tuvieron un nivel alto de calidad de vida, mientras que el 45% y 44.7% la tiene en niveles bajo y medio, respectivamente.

- Respecto a la relación entre la calidad de vida y algunos factores sociodemográficos en los adultos mayores que asistieron a un hospital nacional del Perú durante enero a julio 2019, demostrándose que:
- Se rechazó la independencia entre las variables al existir relación significativamente entre la calidad de vida y la edad de los investigados (significancia del estadístico  $\chi^2$  de 0.028), observándose una relación media (V de Cramer = 0.135 o sea  $es \leq a 0.3$ ).
- Se rechazó la independencia entre las variables al existir relación significativamente entre la calidad de vida y el sexo de los investigados (significancia del estadístico  $\chi^2$  de 0.02), observándose una relación media (V de Cramer = 0.205 o sea  $es \leq a 0.3$ ).
- Se rechazó la independencia entre las variables al existir relación significativamente entre la calidad de vida y el estado civil de los investigados (significancia del estadístico  $\chi^2$  de 0.029), observándose una relación media (V de Cramer = 0.153 o sea  $es \leq a 0.3$ ).
- Se rechazó la independencia entre las variables al existir relación significativamente entre la calidad de vida y la condición laboral de los investigados (significancia del estadístico  $\chi^2$  de 0.009), observándose una relación media (V de Cramer = 0.198 o sea  $es \leq a 0.3$ ).
- Se acepta la independencia entre las variables al no existir relación significativamente entre la calidad de vida y el grado de instrucción de los investigados (significancia del estadístico  $\chi^2$  de 0.403), observándose una relación media (V de Cramer = 0.118 o sea  $es \leq a 0.3$ ), siendo una relación espuria debido a que no se puede generalizar a la población pues la significancia es mayor al nivel de significancia teórico.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Datta P, Gangopadhyay N, Sengupta B. Association of psychological morbidity with socio-demographic characteristics among elderly: a cross-sectional study from Eastern Indian. *Int J Med Public Health*. 2013; 3:94–99.
- Organización Mundial de la Salud Datos interesantes acerca del envejecimiento Disponible en: <https://www.who.int/ageing/about/facts/es/>
- OCDE/CAF/CEPAL (2018), Perspectivas económicas de América Latina 2018: Repensando las instituciones para el desarrollo, Éditions OCDE, París. <http://dx.doi.org/10.1787/leo-2018-es>
- Rubio D, Rivera L, Borges L, Gonzáles F. Calidad de vida en el adulto mayor. VARONA [en línea] 2015 (Julio – Diciembre): [Fecha de consulta: 27 de julio 2019] Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3606/360643422019.pdf>
- Varela L. Salud y calidad de vida en el adulto mayor. *Rev. Perú. Med. Exp. salud pública* [Internet]. 2016 Abr [citado 2019 Jul 27]; 33 (2): 199-201. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-46342016000200001&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342016000200001&lng=es). <http://dx.doi.org/10.17843/rpmpes.2016.33.2.219>
- Navarro M, Leitón Z, Ojeda G, Villanueva M. Factores asociados a la calidad de vida del adulto mayor en el área urbana-México. *Revista Peruana Enfermería Investigación y Desarrollo* Vol. 11 (2) 77 – 95, 2013. Recuperado de: <http://revistas.untru.edu.pe/index.php/face/issue/view/87>
- Soria Z, Montoya B. (2017). Envejecimiento y factores asociados a la calidad de vida de los adultos mayores en el Estado de México. *Papeles de Población*, 23 (93), 59-93. 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.22185/24487147.2017.93.022>
- Congreso de la República. (2006). Ley N° 28803 Ley de las Personas Adultas Mayores. Perú.
- Gómez L, Verdugo M, Arias B, Navas P. Evaluación de la calidad de vida en personas mayores y con discapacidad: la Escala Fumat. *Psychosocial Intervention* [Internet]. 2008 [citado 2019 Jul 27]; 17(2): 189-199. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1132-05592008000200007&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-05592008000200007&lng=es).
- Ruland C, Moore S. Theory construction based on standards of care: A proposed theory of the peaceful end of life. *Nursing Outlook*, 46(4), 169-175, 1998.
- Urzúa, A., y Caqueo, A. (2012). Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto. *Terapia psicológica*, 30(1), 61-71. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-48082012000100006>
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, L. (2014). Metodología de la Investigación. México:

- McGrawHill, 5 Ed.
- Verdugo, M. Gómez, L. y Arias B. (2009) Evaluación de la calidad de vida en personas mayores: Escala de FUMAT Disponible en: [http://sid.usal.es/docs/F8/FDO23248/herramientas\\_4.pdf](http://sid.usal.es/docs/F8/FDO23248/herramientas_4.pdf)
- Pablo J. Calidad de vida del adulto mayor de la casa "Polifuncional Palmas Reales" Los Olivos Lima 2016. [Tesis para optar el título profesional de licenciada en Enfermería]. Lima: Universidad de San Martín de Porres; 2016.
- Ministerio de Salud. Lineamientos para la atención integral de salud de las personas adultas mayores. Perú. [Internet]. 2005. [recuperado 28 julio 2019; citado 29 julio 2019]. Disponible en: [http://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2010/adultoMayor/archivos/lineamiento%20normas%20tecnicas\\_%20primera%20parte.pdf](http://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2010/adultoMayor/archivos/lineamiento%20normas%20tecnicas_%20primera%20parte.pdf)
- Villafuerte J, Alonso Y, Alonso Y, Alcaide Y, Leyva I, Arteaga Y. El bienestar y calidad de vida del adulto mayor, un reto para la acción intersectorial. Medisur [Internet]. 2017 Feb [citado 2019 Jul 22]; 15(1): 85-92. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-897X2017000100012&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2017000100012&lng=es).
- Vera M. Significado de la Vida del Adulto Mayor para sí mismo y para su familia. Artículos Especiales, 284-290, 2007.
- Grupo de Cuidado, El arte y la Ciencia del Cuidado (2002). Facultad de Enfermería, Universidad Nacional de Colombia. Primera Edición, 2002 ISBN 958-701-211-9.
- Ceballos L, Duany R, Abreu O. La calidad de vida del adulto mayor: una mirada desde el programa extensionista de las Cátedras Universitarias del Adulto Mayor en Mayabeque. Revista de Gestión del Conocimiento y el Desarrollo Local, 5(2). [Internet]. 2018 Feb [citado 2019 Jul 22]; 15(1): 85-92. Disponible en: <http://200.14.49.219/index.php/RGCDL/article/view/1075>
- Mazon B, Sánchez J, Sánchez S, Gallegos M, Carrión J. Calidad de vida en el Adulto Mayor. Modelo de Atención Integral de Salud. Revista de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de Guayaquil. Volumen 21 N°- 1 enero - junio 2018. Disponible en: <http://eluniversitario.edu.ec/revistas/index.php/RFCM/article/view/76>
- Pinho LG, Pereira A, Chaves C. (2017) Influence of sociodemographic and clinical characteristics on the quality of life of patients with schizophrenia. Rev Esc Enferm USP. 2017; 51: e03244. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1980-220X2016031903244>.
- Montanet A, Bravo C, Hernández E. La calidad de vida en los adultos mayores. Rev Ciencias Médicas [Internet]. 2009 Mar [citado 2019 Ago 08]; 13 (1): 1-10. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-31942009000100001&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942009000100001&lng=es).
- Lisigurski M, Varela L. Calidad de vida. En: Varela L. Principios de Geriatria y Gerontología. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2003. p. 63-7.
- Gómez MG, Peña J. Adultos Mayores. Un estudio socioeducativo en Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Revista Interamericana de Educación de Adultos [Internet]. 2013; 35(2): 64-90. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457545089005>
- Gallegos-Carrillo K, Honorato-Cabañas Y, Macías N, García-Peña C, Flores YN, Salmerón J. (2019). Los servicios de salud preventivos y la actividad física mejoran la calidad de vida relacionada con la salud en adultos mayores mexicanos. Salud Pública de México, 61(2), 106-115.

## Geografía y nombres nativos de la papa del Perú Importancia fitogenética

### Geography and native names of the potato of Peru Plant Genetic Importance

Roberto Mendoza Rendón<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El estudio de las papas nativas peruanas ha tomado el rumbo de la valoración, mantenimiento y recuperación. Los primeros trabajos en papa del Perú, corresponden a los botánicos clásicos: Fortunato L. Herrera (1931), César Vargas (1936, 1946, 1954), C. Ochoa (1955, 1964), quienes registraron las variedades nativas de papa con nombres en quechua o aimara. Los objetivos de la monografía son proponer que los nombres nativos de papa sean considerados en registros de germoplasmas, catálogos descriptivos; otro objetivo, presentar la historia del estudio de la papa nacional hasta la fecha. El método empleado parte del estudio de la colección viva de papa nativa peruana durante los estudios de la sistemática de la papa del Perú, en el Instituto de Plantas Cultivadas –Vavilov, Rusia, con bibliografía disponible. Artículo del autor ruso (1974). El tema se continuó hasta la fecha en Perú. Se concluye, que de un total de 1670 nombres nativos de papa recopilados, el 67% poseen nombres en quechua, seguida entre español y quechua. En el norte los nombres están en español. En el centro, de 453 variedades, 405 están en quechua; en el sur de las 831 nombres, 621 están en quechua; 96 en aimara, 31 en español. De las 3 000 variedades nativas de papas del Perú, la región Cusco posee un promedio de 1500 variedades. Los nombres de las papas nativas en lenguas aborígenes son descriptivas, lo que se destaca en los registros de germoplasmas, catálogos ilustrativos de nivel nacional.

**Palabras clave:** papas nativas, quechua, aimara.

#### ABSTRACT

The study of Peruvian native potatoes has taken the course of valuation, maintenance and recovery. The first works in potato of Peru, correspond to the classic botanists: Fortunato L. Herrera (1931), César Vargas (1936, 1946, 1954), C. Ochoa (1955, 1964), who registered the native varieties of potatoes with names in Quechua or Aymara. The objectives of the monograph are to propose that native potato names be considered in germplasm records, descriptive catalogs; Another objective is to present the history of the study of the national potato to date. The method used is based on the study of the live collection of native Peruvian potatoes during the studies of the systematics of the Peruvian potato, at the Institute of Cultivated Plants - Vavilov, Russia, with available bibliography. Article of the Russian author (1974). The issue was continued to date in Peru. It is concluded that of a total of 1670 native potato names collected, 67% have Quechua names, followed between Spanish and Quechua. In the north the names are in Spanish. In the center, of 453 varieties, 405 are in Quechua; in the south of the 831 names, 621 are in Quechua; 96 in Aymara, 31 in Spanish. Of the 3,000 native varieties of potatoes in Peru, the Cusco region has an average of 1500 varieties. The names of native potatoes in aboriginal languages are descriptive, which is highlighted in the germplasm registers, nationally illustrative catalogs.

**Keywords:** native potatoes, Quechua, Aimara,

<sup>1</sup>Doctor en Ciencias Agronómicas, Fitomejorador. Professor Extraordinario de la Facultad de Ciencias, Dep. de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Piura

## I. INTRODUCCIÓN

La presente monografía es el resultado del ordenamiento y sistematización de los nombres nativos que se presentan en las diferentes publicaciones sobre la sistemática de las papas cultivadas peruanas, por investigadores nacionales y foráneos, la misma que se inició durante los estudios de post grado en el Instituto de Plantas Cultivadas de Toda la Unión N.I. Vavilov: VIR, 1975 durante la que se evaluaron variedades nativas de papa procedente del Perú en los campos experimentales de San Petersburgo (ex Leningrado – ex URSS), ciudad situada en el hemisferio norte, con ordenadas geográficas de Latitud: 59.9339 Este; Longitud: 30.3061 59° 56' 2" Norte; 11 msnm; con días largos, dando lugar a la publicación de un artículo sobre los nombres nativos en quechua y aimara, con traducción al ruso (R. Mendoza, 1974), la que se continúa a la fecha. Para el ordenamiento de los nombres de las variedades nativas se mantuvo la relación con las publicaciones por autores y por regiones del país; comprobando, a su vez, la influencia del informe básico de S. Bukasov (1933) como resultado de los viajes de expedición colectora de papas cultivadas y silvestres desde México y Sudamérica) en cuanto a la identificación botánica sistemática de las variedades de papas nativas, según especies cultivadas, refrendada con estudios cromosómicos. (Reconociéndose diferentes número de ploidía, con base  $X=12$  (desde diploides  $2X=24$  hasta pentaploides  $2X=60$ ).

Una publicación básica en relación a los nombres nativos de las papas ancestrales pertenece sistemático internacional de la papa J.G. Hawkes, titulado "On the origin and meaning of South American Indian Potatoe Names" (1947), que constituye un informe único, capital, detallado sobre los nombres nativos de las papas aborígenes en las lenguas aborígenes de América Andina.

Los estudios de la diversidad de papas nativas casi siempre terminan en la constitución de germoplasmas, elaboración de catálogos de variedades nativas y modernas de nivel nacional o regional, preservándose con moderna biotecnología.

La presente monografía tiene por objetivos relacionar los conocimientos de los primeros investigadores de las papa a la luz de las exigencias actuales de valoración técnico científico ante la tarea de registrar cada variedad con sus nombres nativos, dados en los idiomas de quechua y aimara, frente a la tarea de registrar dicha diversidad de papa durante la elaboración de registros de germoplasma y elaboración de ilustrativos catálogos. Unas cuantas variedades nativas tienen una presencia significativa

en los mercados urbanos actuales, tales como las papas amarillas: Amarilla, Tumbay, Peruanita, Huagalina, con los que se sirven en muchos platos típicos de la gastronomía peruana, como la "causa limeña"; las papas huairos (rojo y morado) en la "papa a la huancaína", la Q'ompis del sur en horneados de huatias o pacha mancas; por lo que tienen un tienen una actual difusión a nivel nacional y se les llama comúnmente "nativas comerciales".

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Recopilación de información bibliográfica referente a la papa nacional, considerando el método de estudio empleado por los autores. Elaboración de fichas referenciales y el sistema computacional, registrando datos de cada variedad, localidad y otras características de la papa nativa, resaltados por investigadores, manteniendo el orden cronológico e histórico, de modo especial de la región peruano – boliviana, centro de origen y diversidad de la papa.

Conocimiento de los idiomas aborígenes del quechua y aimara, sobre la base de que el quechua es la lengua materna, junto con el español, que permite reconocer las diferencias lingüísticas, principalmente del quechua, en razón de dialectos regionales, de sur a norte del país.

Establecer diferencias de los cultivares nativos de los modernos. Indicar el lugar de procedencia. Tener en cuenta las clases de caracteres o descriptores de los tubérculos: forma, color de piel y pulpa, profundidad de ojos o yemas. Elaborar un diccionario quechua y aimara.

Considerar la propuesta de que los mismos agricultores, campesinos mantengan su legado ancestral, mucho más que los ciudadanos.

## III. RESULTADOS

La presente monografía abarca la diversidad de la papa cultivada nativa en base al estudio bibliográfico de los primeros trabajos de la papa del Perú, que corresponden a los botánicos considerados clásicos: Fortunato L. Herrera (1931), César Vargas (1936,1946, 1954) y del boliviano M. Cárdenas (1939), que registraron los nombres de las variedades nativas de papa, dados, principalmente en quechua o aimara. El avance del conocimiento sobre la papa nativa fue gradual, de la forma descriptiva a la aplicación de una clasificación botánica, que se comprueba en los trabajos de C. Vargas, 1949, C. Ochoa, 1955, 1964. El informe sobre sistemática de la papa, oriunda del centro de origen andino de la papa, por los botánicos rusos de S.M. Bukasov y S.V. Juzepzuk de 1933, a raíz de las expediciones

científicas realizadas a Sudamérica en 1927, influyó en los primeros investigadores de la papa nativa. Hasta antes sólo se hablaba de una sola especie: *Solanum tuberosum* L., la más difundida, primero en Europa, luego en el resto del mundo. Hoy se conocen ocho especies cultivadas, separadamente de las 200 especies tuberíferas silvestres.

La monografía no se desliga a los investigadores de papá según regiones, localidades, con los propios nombres, lo que permite diferenciar el rasgo lingüístico o dialectos, según las regiones. Muchas veces una misma variedad puede ser conocida ampliamente en diferentes localidades con el mismo nombre o puede ser que cambien de nombre. La aplicación de métodos moleculares, y los morfológicos redujo el número de variedades nativas del Perú de 5000 a 3000, no obstante es considerado el primer país en biodiversidad de papas y la región Cusco posee en promedio de 1500.

La Tabla 1, elaborada en base a recopilación de investigadores nacionales de la papa, muestra que de un total de 1670 variedades nativas, el 67% poseen nombres en quechua, seguida de los nombres combinados entre español y quechua. En el norte del país la mayor parte de los nombres se dan en español. En el centro, de las 453 variedades, 405 están dadas en quechua; en el sur de las 831 nombres, 621 están en quechua; 96 en aimara, 31 en español. A su vez, del total de nombres nativos predomina los del quechua, seguido de la combinación quechua español, luego en aimara, sobre todo en la región del Altiplano.

**Significado del nombre científico de *Solanum tuberosum* L. (1753).** El nombre científico de la única especie difundida por toda Europa, en un comienzo y luego por todo el mundo en general.

Especie tetraploide ( $2n=48$ ). Fue C. Linneo el que le dio ese nombre, conformado por dos palabras:

*Solanum*- Género botánico, familia Solanaceae, que incluye una serie de plantas alimentarias además de la papa, el tomate, ají, tabaco, berenjenas, hierba mora, sobre toda esta última que contiene una sustancia tóxica. La palabra *solanum* derivada del latín: “el sol”, debido a que las plantas crecen en lugares soleados y conocidas por su toxicidad; referido a la planta venenosa “hierba mora” (*Solanum nigrum* L.), equivalente en griego: “strychnos”. *Tuberosum*: Etimología del latín, “que tiene tubérculos”, protuberancia, hinchazón; referente a plantas que presentan engrosamiento de tallos subterráneos o estolones. Tubérculo: tallo subterráneo, estructura propagativa o “semilla vegetativa”.

**Papa o patata.** En América siempre se han empleado las voces originarias: batata, para el camote (raíz tuberosada, *Ipomea* sp.) y para el otro, de mayor consumo mundial, papa (tubérculo). Patata palabra “híbrida” de las iniciales de papa (en quechua). y batata, mayormente empleado en España. Batata del taíno (tribus indígenas que habitaron en el Alto Orinoco y en las Antillas), mientras camote del náhuatl: camohtli, México; apichu, camote dulce, en quechua. El caso es que toda América latina usa la palabra papa.

### El Código Internacional de Nomenclatura para Plantas Cultivadas.

El CINPC constituye un conjunto de reglamentos que controlan el nombre botánico de los cultivares, grupos cultivares, híbridos de utilización comercial y quimeras de injerto, suplementando las reglas del Código Internacional de Nomenclatura Botánica.

**Tabla 1.** Relación cuantitativa de los nombres de las papas nativas según idiomas. Por regiones y departamentos; elaborado en base a publicaciones de botánicos de la papa del Perú: F.L. Herrera, 1931; Y. Soukup, 1939; C. Vargas, 1945, 1955; C. Ochoa, 1955, 1964, 1965

		TOTAL	QUECHUA	AIMARA	ESPAÑOL	QUECHUA ESPAÑOL	AIMARA ESPAÑOL
Norte	Piura	20	-	-	19	1	-
	La Libertad	59	6	-	50	3	-
	Amazonas	94	28	-	57	9	-
	Cajamarca Ancash	53 69	9 47	-	45 12	10 3	-
<b>Sub total</b>	<b>295</b>	<b>86</b>		<b>183</b>	<b>26</b>	-	
Centro	Lima	5	1	-	4	-	-
	Huánuco	93	93	-	15	6	-
	Pasco	78	53	-	18	7	-
	Junín	275	200	-	42	33	-
	Huancavelica	65	51	-	8	6	-
	Ayacucho	37	28	-	6	3	-
<b>Sub total</b>	<b>553</b>	<b>405</b>	-	<b>93</b>	<b>55</b>	-	
Sur	Apurímac	170	156	2	6	8	-
	Cusco	427	381	2	11	23	12
	Puno	220	64	92	10	26	8
	Arequipa	3	-	-	2	1	-
	Tacna	2	-	-	2	-	-
<b>Sub total</b>	<b>831</b>	<b>621</b>	<b>96</b>	<b>31</b>	<b>98</b>	<b>20</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>1670</b>	<b>1112</b>	<b>96</b>	<b>307</b>	<b>139</b>	<b>20</b>	

**Nomenclatura de las plantas cultivadas:** Las denominaciones a las plantas cultivadas, tienen sus propias normas. Recordemos que la sistemática de plantas se dedica a la clasificación natural, en cambio las variedades cultivadas, sobre todo los de origen moderno (producto de hibridaciones), constituyen una variación artificial. La nomenclatura de los cultivares no se desliga de la botánica sistemática, deriva de ella, pero requiere de un ordenamiento propio; de eso se encarga el CINPC.

### Importancia de actualidad de los nombres de las papas nativas del Perú

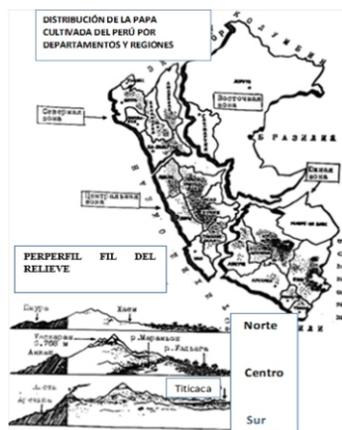
Por mandato legal, el Ministerio de Agricultura del Perú tiene la responsabilidad de implementar un Registro Nacional de la Papa Nativa Peruana (RNPNP). El Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) está encargada de inscribir las diferentes variedades de papas nativas peruanas en base a los indicadores genéticos, morfológicos y anatómicos reconocidos.

En ese sentido, las recomendaciones del solanólogo del INIA, Z. Huamán, experto en recursos fitogenéticos referente a cómo elaborar los catálogos de papas nativas, debe poner énfasis en:

Registrar todas las variedades nativas más ampliamente distribuidas a lo largo del Perú.

Registrar otras variedades que pueden ser importantes en las Regiones del Norte, Centro y Sur del Perú, poniendo énfasis en aquellas variedades con buena calidad culinaria, tolerancia a factores adversos bióticos y abióticos, y otros usos en la cocina gourmet (cocina significativamente refinada).

El RNPNP debe estandarizar la información relacionada a cada variedad de papa nativa. La descripción morfológica debe ser principalmente de los tubérculos y flores complementada con fotos.\*-Nombre nativo más difundido, \*-Otros nombres sinónimos,\*-Especie taxonómica y nivel de ploidía, \*-Número CIP,\*-Distribución geográfica (especificar Departamento, Provincia y Distritos)



**Fig.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS PAPAS NATIVAS POR DEPARTAMENTOS Y REGIONES DEL PERÚ;** elaborado en base a publicaciones de botánicos de la papa: F.L. Herrera, 1931; Y. Soukup, 1939); C. Vargas, 1945,1955; C. Ochoa, 1955, 1964, 1965). Cada punto es una variedad nativa. La región sur posee más variedades nativas, en especial el Departamento del Cusco. (de mapa del original en ruso).

**Descriptor de las Variedades cultivadas de Papa.** Los descriptores constituyen un grupo de caracteres y sus estados, que pueden ser documentados y cuyo estudio nos permite conocer y diferenciar el germoplasma, elaborar catálogos varietales y así determinar su utilidad potencial agrobotánico. En ese sentido los nombres nativos de la papa no sólo inician la descripción a través del significado las palabras, sino que registran la continuidad en la investigación.

**Descriptor campesinos.** En la conservación in situ o crianza en la misma chacra, los conservadores campesinos utilizan los denominados descriptores o marcadores morfológicos como un conocimiento heredado de sus ancestros. Las familias mantienen conocidas y definidas el ideal de hábito de plantas, color de flores, color y forma de tubérculos, usos, y los contrastes frente a los ecosistemas de cada una de las variedades y en base a este referente se realizan la identificación de los caracteres de cada una de las variedades. (Raime, I.G. et al, 2005), los que se presentan seguidamente:

**Colores:** puca: rojo, yurac: blanco, yana: negro; q'omer: verde; oq'e: marrón; Color combinado: allqa: de dos colores; chikchi: pigmentado, con motitas; muru: combinado, manchas dispersas; dos colores, q'ompis: overo,

**Tipo de piel:** - Phaspha (áspero);- Llamp'u (liso)

**Grosor del tallo:** rakhu tullu: tallo grueso; tullu sapa: de muchos tallos; ñañu tullu: de tallo delgado.

**Número de tallos:** ashkha tulluyuc: de muchos tallos; ashua tulluyuc: de pocos tallos.

**Forma de hojas:** hatun raphi: hoja grande; hatun raphiyuc: de hoja grande; huch'ui raphi: hojas pequeñas; tajsá raphiyuc: de pocas hojas; askha raphiyuc: de muchas hojas. P'arqa raphi (hojas anchas y gruesas); Ñañu raphi (hojas delgadas, alargadas); Suyt'u qhasñu raphi (hojas alargadas menudas); Muyo raphi (hoja ovalada); Sut'u o wask'a raphi (hoja alargada); huchui raphi (Hoja menuda).

**Número de foliolos:** Iskey p'arqa (dos pares de foliolos laterales) - Kinsa p'arqa (tres pares de foliolos laterales) - Tawa p'arqa (cuatro pares de foliolos laterales)

**Forma de tubérculos:** suit'u papa: papa alargada; muyu: redondo; p'alta: achatado.

P'alta (aplanado) - Suyt'o (elíptico) - Wask'a (alargado) - Q'ewillo (enroscado) - Q'ewi (falcado) - Choqlo (tuberosado) - Lomp'o (ovalado) - Muyu (redondo) - Winco (fusiforme) - Saqma (digitado) - Qallo (aplanado o remiforme) - Takillpo (reniforme) - Qhuchi aca (concertinado) - P'itik'iña (concertinado) - Muyu (redondo comprimido) - Muyu p'alta (oblongo). Tuberización: Karupi wachaq (extendido, lejos); Chawpi o tincupi wachaq (intermedio); Uraipi wachaq (en la base de la planta). Yemas u ojos: ñawui; ñawui sapa: de mucho ojos;

**Profundidad de ojos:** uhu ñawuiyoc: de ojos profundos; Jahua nawuiyoc: de ojos superficiales; hatun ñawuiyoc: de ojos grandes; huch'ui ñawuiyoc: de ojos pequeños; P'ita ñawi (ojos sobre salientes) - Chawpi ñawi (intermedio) - Uqhu ñawi (ojos profundos) - Pata ñawi ojos superficiales); Pata p'itañawi (ojos superficiales saltones).

**Crecimiento de la planta:** wiñaynin juñulla (semi erecto); K'umpa (Semi arrosado) - Last'a o mast'asqa (arrosado, tendido); Pampan lloqay o pureq (que se arrastra); T'ampa (decumbente, chascoso). Sayaynin (Tamaño); Hathuncay (ser alto); Taqsacay (ser mediano); Juch'uy (bajo o pequeño).

Forma del tubérculo - P'alta (aplanado) - Suyt'o (elíptico) - Wask'a (alargado) - Q'ewillo (enroscado) - Q'ewi (falcado) - Choqlo (tuberosado) - Lomp'o (ovalado) - Muyu (redondo) - Winco (fusiforme) - Saqma (digitado) - Qallo (aplanado o remiforme) - Takillpo (reniforme) - Qhuchi aca (concertinado) - P'itik'iña (concertinado) - Muyu (redondo comprimido) - Muyu p'alta (oblongo).

**Tamaño del tubérculo en la producción:** Jatuchaq Wachaq o ruruq (producción de tubérculos de tamaños grandes); Mormo wachaq o rurq (producción de tubérculos medianas); Qhullo wachaq o rurq (producción de tubérculos pequeños). Forma y tamaño de ojos: Wask'a ñawi (ojos alargados); Muyu ñawi (ojos redondos); Ñawisapa o Jathun ñawiyoq (ojos grandes); Juch'uy ñawi (ojos de regular tamaño); Ch'usu o ch'insi ñawi (ojos achinados Intensidad o Número de ojos: Ñawisapa (de muchos ojos); Pisiñawi (de pocos ojos). Calidad culinaria: Unu papa (papa aguanosa); Jak'u papa (papa harinoso); Pisi jak'u (intermedio). Sabor: Misk'i papa (dulce); Qoypi papa (amargo); Ch'apa papa (insípido); Sumaq papa (agradable).

**Comportamiento ante factores abióticos:** Sequía: Ch'akiriy; Manchale (Sensible o simple); Churapakun (tolerante); Mana manchale o Ch'ekhaj sayan (Resistente).

**Helada:** Qasa; Manchale (sensible o simple); Churapakun (tolerante); Mana manchale (Resistente).

**Comportamiento ante factores bióticos: Plagas:** **Curu:** gusanos; Curoq senqan (Sensible o simple) - Pisita munan curo (tolerante) - Manan munanchu curo (Resistente).

**Enfermedades:** Onqoycuna; Onqoypa munaini (Sensible o simple); Pisita onqoy munac (tolerante); Mana onqoy munac (Resistente).

#### IV. DISCUSIÓN

Las particularidades del significado de los nombres nativos de las papas en gran parte, describen a una variedad, por lo que es necesario conocer el significado de los nombres que están dados en quechua o aimara, bien cumplen la función de descriptores. Los diversos nombres están relacionados con las costumbres del mismo pueblo, no rara vez expresan ironías, bromas satíricas que caracterizaba las mismas variedades, como es el caso de qhachun huaqachic (Llumch'uy waqachi, en quechua de Huancavelica) que significa "Que hace llorar a la nuera", posible prueba de evaluar a las mujeres casaderas en su habilidad de pelar las papas, si mantienen las irregularidades del tubérculo al pelar, será buena nuera. Es posible que algunos nombres varietales hayan surgido durante el tiempo de la República, el ambiente socio cultural diferente al del incario, de una tendencia acriollada de la sociedad.

Buen número de los nombres están relacionados con los órganos de los animales (nariz, boca y otros), rara vez con partes de otras plantas. Con seguridad, muchas variedades han perdido su significado primigenio, incluso la palabra papa, está relacionada con el quechua.

La estructura básica de los nombres consiste en dos palabras (68%), por tres palabras 17%, por una sola palabra 14%. Algunos nombres cualifican con dos adjetivos, como en Puca p'alta.

Los nombres de los cultivares nativos son de significado directo, referente a la caracterización del cultivar, y en otros casos, metafóricos, en el estudio de las papas de Huancavelica, que puede ser de caracterización directa y metafórica. Caracterización directa: El 52 % es referente a las características de los tubérculos forma, color, longitud, profundidad de ojo, textura de pulpa, como Puca p'alta- Roja achatada; 38 % referente al origen: Nacionalidad, región, localidad, pueblo, como las nativas Peruanita, Tarmeña, y las modernas: Molinera, Yungay; 9 % referente a partes del tubérculo: ojos, pulpa, brote; 3 % Partes de la planta: flores, tallos

como en Puca wuaita (flor roja)

2 % Color del tubérculo: Amarillo, negro, anaranjado, como en Amarilla, Naranjilla. 2% Color combinado: Muru papa. Nombres metafóricos: o algo satírico, al fin metafórico. No siempre un significado directo, puede dar una acepción de broma, o a modo de cariño o aprecio a la variedad, tales como decirles Chica.

## V. CONCLUSIONES

La presente monografía se realizó en base a la revisión bibliográfica de los clásicos del estudio de la papa peruana, manteniendo los nombres aborígenes dados en las lenguas del quechua y aimara, al mismo tiempo que se observa diferencias de dialectos.

Los nombres nativos desde un inicio han cumplido el valor de registro que hoy se mantiene en los bancos genéticos o germoplasmas, así como en la elaboración de valiosos y coloridos catálogos.

En la región altiplánica sobresale la designación en aimara, seguida del quechua. En el norte del país presenta menos variedades nativas, están designadas en español

Los investigadores que iniciaron el estudio de la papa peruana, todos ellos son cusqueños, motivados por la razón histórica de dicha región.

En la Tabla 1, muestra cantidades de nombres según idiomas, en base a recopilación de investigadores nacionales de la papa se observa un total de 1670 variedades nativas el 67% poseen nombres en quechua, seguida de los nombres combinados entre español y quechua, los demás están por debajo. En el norte los nombres están en español. En el centro de las 453 variedades, 405 están en quechua; en el sur de las 831 nombres, 621 están en quechua; 96 en aimara, 31 en español. Se observa que del total de nombres nativos predomina los nombres en quechua, seguido de la combinación quechua español, luego en aimara.

De las 3000 variedades nativas de papas la región Cusco es uno de los lugares con mayor diversidad de papas nativas, un promedio de 1500.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

Bukasov, S. 1933. The potatoes of South America and their breeding possibilities (According to data gathered by expeditions of the Institute of Plant Industry to Central and

Soud America). Suppl. 58th Bull. Appl., Gen. a.PI-Breed.

Hawkes, J.1944. Potatoe collecting expeditons in Mexico and South America. Sistematic classification of the collection . I-IIIImper. Bureau ofPI Breed and Genetic.

Herrera, F.L.1921 Variedades de papas cultivadas en el Cusco . Bol. Dir.Agr.Gan. Año 1. (2):281-284.

Huamán, Z. 2012. Catálogo nacional de papas nativas del Perú. PROBIOANDES, /Lima-Perú Disponible en : <https://redepapa.org/2012/06/24/catalogo-nacional-de-papas-nativas>.

Mendoza, R. 1974. Geografía y nombres nativos de las papas aborígenes del Perú (en ruso: Geografia y mestnie nazvania aborigennij sortov kartofelia Peru). Revista de Trabajos de Botánica Aplicada T.53.Ed.1. Leningrado-URSS.100-113 p.

Raime L., Checya D. 2005. Caracterización campesina de variedades de papa en comunidades conservacionistas de Paucartambo - Cusco. Proyecto Conservación In Situ de Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres PER/98/G33.

Vargas C, 1936. El Solanum tuberosum a través el desenvolvimiento de las actividades humanas. (Contribución al estudio de la planta nacional). Tesis de grado doctoral en la Universidad nacional San Antonio Abad del Cusco.

Vargas C, 1949. Las Paspas Sud peruanas 1, Publ. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, 144 p; 1954. Las Paspas Sud peruanas 2, Publ. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, 66 p.

Ochoa C, 1964. Recuentos cromosómicos y determinación sistemática de papas nativas cultivadas en el sur del Perú. Anales científicos de UNA La Molina. Lima-Perú.41 p.; 1965. Determinación sistemática y recuentos cromosómicos de las papas indígenas cultivadas en el centro del Perú. Anales científicos de UNA La Molina, Lima-Perú.163 p.

## ETNOBOTÁNICA DE DOCE POBLADOS EN EL MONTE RIBEREÑO DEL RÍO CHIRA, PIURA – PERÚ

Jesús Manuel Charcape Ravelo & Samuel Raymundo Viera  
Departamento de Ciencias Biológicas – Universidad Nacional de Piura  
[jcharcaper@unp.edu.pe](mailto:jcharcaper@unp.edu.pe)

### RESUMEN

La etnobotánica es el aprovechamiento tradicional de las plantas por la población antrópica local. Con el objetivo de dar a conocer la etnobotánica de las especies del monte ribereño en el río Chira se realizó el presente estudio, que abarcó desde el centro poblado de Alamor en el distrito de Lancones hasta La Bocana en el distrito de Miramar, durante los meses de agosto del 2014 hasta enero del 2015. Se aplicó 72 encuestas en 12 centros poblados aledaños al monte ribereño, registrando 129 especies de plantas, pertenecientes a 105 géneros y 36 familias. Estas especies fueron contenidas en 11 categorías de utilidad: forrajeras (67), medicinales (64), ornamentales (26), construcción (24), cercos vivos (18), combustible (17), artesanales (12), otras utilidades (11), alimentación (4), herramientas (3) y sahumerios (2). Las familias etnobotánicas más representativas por su número de especies útiles fueron: Fabaceae (24); Poaceae (20); Amaranthaceae (7), Asteraceae (7) y Cyperaceae (7). Las especies que presentaron mayor utilidades fueron: *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha*, *Colicodendron scabridum*, *Cordia lutea* y *Salix humboldtiana*.

**Palabras clave:** monte ribereño, categorías de utilidad

### ABSTRACT

Ethnobotany is the traditional use of plants by local anthropic population. In order to publicize the ethnobotanical species of the coastal mountain on the river Chira the present study was conducted, covering from the populated center Alamor in the district of Lancones to La Bocana in the district of Miramar, during the months August 2014 until January 2015. 72 surveys were applied in 12 population centers surrounding the coastal mountain, recording 129 species of plants, belonging to 105 genera and 36 families. These species were contained in 11 categories of use: forage (67), medicine (64), ornamental (26), construction (24), hedgerows (18), fuel (17), craft (12), other utilities (11), food (4), tools (3) and sahumerios (2). The most representative number of useful species ethnobotanical families were Fabaceae (24); Poaceae (20); Amaranthaceae (7), Asteraceae (7) and Cyperaceae (7). The species that had higher earnings were *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha*, *Colicodendron scabridum*, *Cordia lutea* and *Salix humboldtiana*.

**Keywords:** coastal mountain, useful categorie.

## I. INTRODUCCIÓN

El hombre siempre ha dependido de los recursos vegetales para su subsistencia. La primera visión del hombre primitivo fue un mundo vegetal de una riqueza increíble, donde halló con que alimentarse, vestirse y protegerse de la intemperie y atender su salud. En el Perú con el descubrimiento de vestigios vegetales en las culturas precolombinas en representaciones gráficas, en sus ceramios y telares. Así como restos reales en algunos entierros demuestran la utilidad milenaria de las plantas, las que han sido estudiadas por la etnobotánica (Santa Cruz, 2011).

El Perú es un campo abierto para la investigación por su rica flora. Se calcula que existen unas 25 000 especies (10% del total mundial). Es uno de los primeros países en número de especies de plantas con propiedades conocidas y utilizadas por la población (4 400 especies); y el primero en especies domésticas nativas (182 especies). (Sagastegui, Dillon, Sánchez, Leiva & Lezama, 1999).

El tema etnobotánica tiene claras implicaciones sociales. Todo esto nos lleva a un análisis profundo sobre el desarrollo de esta rama de la ciencia botánica que supera a su vez el concepto “la ciencia que estudia las relaciones plantas-hombre en un contexto histórico, social y cultural, tomando en cuenta los aspectos bióticos y abióticos”. Es una disciplina que investiga, unifica y resuelve los hechos de interrelación entre las sociedades humanas y las plantas, con el fin de comprender y de explicar el nacimiento y progreso de las civilizaciones (López, 1994 y Martínez, 1996).

En algunas exploraciones botánicas realizadas en el norte de Perú se ha observado cómo las comunidades campesinas utilizan diferentes especies nativas con fines madereros en la construcción de enseres que usan en su diario vivir (Mostacero, Mejía, Pelaéz & Charcape, 1998).

Las comunidades ribereñas o montes ribereños son propios de las riberas de todos los ríos, quebradas, etc. Está conformada por árboles, arbustos y matorrales de diversas especies, tal y conforme se ha incrementado las poblaciones humanas, han ido disminuyendo los montes ribereños su amplitud luego de cubrir franjas que alcanzan de 100 a 200 m. a uno y otro lado de cada ribera de un río. Actualmente la vegetación autóctona de estas comunidades ha sido destruida o modificada por el hombre, debido al avance de la agricultura sobre todo, a tal grado que en algunos ríos, solo queda restringidas a las riberas escarpadas y rocosas (Consortio ATA – UNP – UNL, 2003 y Mostacero,

Mejía, Zelada & Medina, 2007).

Respecto al área de estudio del proyecto binacional Catamayo-Chira, en las diferentes zonas del río, los bosques ribereños se encuentran formando franjas a ambos lados del cauce, estrechas, continuas o discontinuas. En las partes altas de la cuenca éstos se encuentran en buen estado de conservación, mientras en las zonas media y baja (entre Poechos y la desembocadura), la amplitud de la faja de bosques ribereños ha sido alterada por la actividad agrícola, en muchos casos se observa que las parcelas se localizan en las orillas del río en épocas de estiaje, aumentando la vulnerabilidad a las inundaciones; y reduciendo la capacidad de hábitat para las distintas especies de fauna acuática y terrestre (Consortio ATA – UNP – UNL, 2003 y CESEL, 2011).

Los bosques ribereños en la Cuenca Chira, estos ecosistemas son adaptaciones naturales, cuyo factor de desarrollo es el agua. Aunque presenta un mosaico de variados ecosistemas, el más común es el bosque seco que tiene especies vegetales con una alta resistencia al estrés hídrico como el “algarrobo” y el “sapote” (Consortio ATA – UNP – UNL, 2003 y NCI, 2013).

Desde el punto de vista de la conservación y biodiversidad, la cuenca Catamayo-Chira se ubica en la región central, posiblemente la más grande en términos de superficie, que comprende el Centro Tumbesino de Endemismo (alto en función de flora y fauna), el cual es definido como el área entre las tierras bajas, los flancos occidentales de la cordillera andina y pies de monte. Integra a los ríos Catamayo, Chira, Piura, y el desierto de Sechura, que proveen de una oportunidad única para establecer acciones de conservación, protección, manejo y uso racional de los recursos naturales, y establecer estrategias de desarrollo sustentable debido al mosaico tan variado que presenta en términos de vegetación, zonas de vida, fauna y recursos hídricos (Consortio ATA – UNP – UNL, 2003 y Guerra, 2010).

La estructura de la vegetación de ribera presenta una distribución horizontal, caracterizada por una disposición concéntrica de diferentes tipos de vegetación respecto al cauce, que varía de acuerdo a la disposición del agua, generando bandas de vegetación definidas por el dominio de diferentes especies. La estructura vertical presenta una organización compleja formada por diferentes estratos como el arbóreo, arbustivo, herbáceo y epifito (Lara et al, 2008 citado en Villegas, 2009).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la etnobotánica de las especies del monte ribereño en el río Chira, Sullana.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el monte ribereño en ambas márgenes del río Chira, desde el ingreso al territorio peruano Alamor-Lancones-Sullana (04°28'41.3"S y 80°24'00"W), a 137 m.s.n.m.; hasta la desembocadura del río Chira al Océano Pacífico, en La Bocana de Miramar-Paita (04°53'29.5"S y 81°07'01.3"W); con una longitud de 168 Km (Fig. 01). El río Chira se encuentra políticamente en la región Piura, y es una cuenca binacional entre Perú y Ecuador, Perú posee un 61% del total de la cuenca abarcando las provincias de Ayabaca, Sullana y Paita. El río Chira nace en la Cordillera Occidental de los Andes de Ecuador con el nombre de Catamayo, después de recorrer 150 km se une con el río Macará, donde toma el nombre de río Chira, recorriendo 50 km y sirviendo de límite entre Perú y Ecuador hasta encontrarse con el río Alamor, continuando en la dirección sur-oeste en territorio peruano hasta su desembocadura en el océano Pacífico cerca del poblado La Bocana Vieja (Consortio ATA – UNP – UNL, 2003 y CESEL, 2011).

Sus afluentes principales en territorio peruano son; por su margen derecha, las quebradas Honda, Peroles, La Tina, Poechos y Cóndor; y por su margen izquierda, los ríos Quiroz y Chipillico, siendo afluentes de gran importancia los ríos Alamor por su margen derecha y Macará por su margen izquierda, los que constituyen líneas fronterizas. Así mismo, en este río se han construido las principales obras hidráulicas del Proyecto Especial Chira - Piura, constituidos por la Represa de Poechos y la Presa de Sullana (Consortio ATA – UNP – UNL, 2003 y CESEL, 2011).

Para la selección de los centros poblados a encuestar se llevó a cabo un recorrido preliminar donde se seleccionaron los más cercanos y con acceso al monte ribereño del río Chira (Tabla 1).

Tabla 01: Centros poblados encuestados.

N°	CENTRO POBLADO	ALTURA m.s.n.m.	UTM	
			X	Y
1	Alamor	137	566561	9504994
2	Los Hornos	133	564580	9503017
3	Solana Central	132	561705	9501345
4	Huaypirá	127	551339	9486276
5	La Horca	79	545524	9471542
6	Marcavelica	67	532753	9460717
7	Jíbito – Sojo.	45	527877	9457786
8	Nomara – Macacará	42	515757	9456375
9	La Huaca	25	504244	9457235
10	Amotape	16	498338	9460470
11	Vichayal	12	492240	9462258
12	La Bocana – San Luis	3	483776	9459762

Una vez seleccionados los centros poblados a aplicar las encuestas, se georreferenciaron con un GPS (Sistema de Posicionamiento Global) de marca Garmin Etrex para la elaboración del mapa. Se realizaron 12 muestreos en 12 centros poblados a lo largo del periodo de evaluación durante los meses de agosto 2014 hasta enero del 2015, un muestreo cada 15 días. Cada muestreo tuvo una duración de dos días; el primer día se realizó la colecta del material botánico y el reconocimiento de las plantas en el monte ribereño con la ayuda de un poblador o agricultor del centro poblado evaluado y al día siguiente se aplicó las encuestas etnobotánicas a los pobladores de los centros poblados.

Para el muestreo botánico se utilizaron imágenes satelitales de Google earth, como herramienta para seleccionar áreas con abundante vegetación en el monte ribereño del río Chira lo más cercano a los centros poblados a encuestar, luego se georreferenció con un GPS las áreas de colecta (Tabla 01)

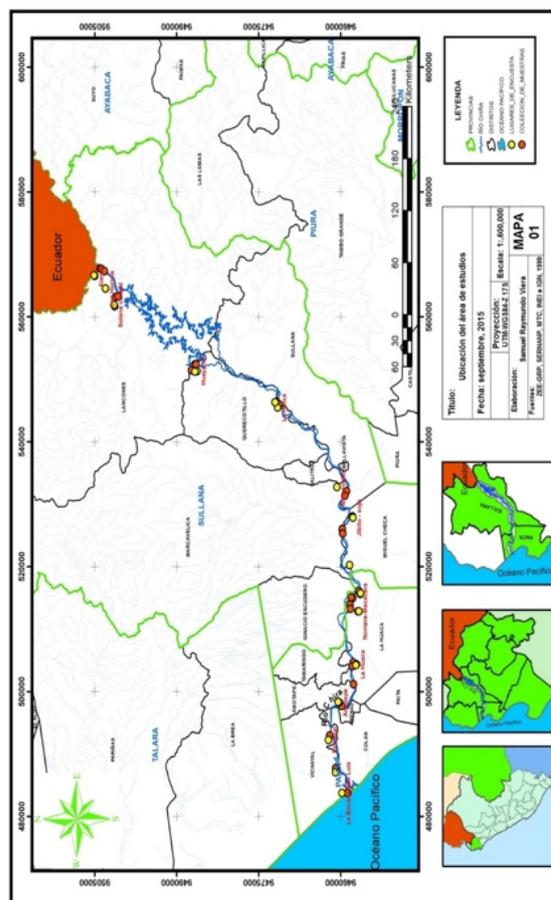


Fig. 01: Ubicación del área de estudio en el monte ribereño del río Chira, Sullana - Piura (ZEE-GRP, SERNANP, MTC, INEI & IGN; 1999).

La colecta del material botánico se realizó durante las caminatas en el monte ribereño, mediante el método ad libitum, expresión latina que significa “a placer”,

“a voluntad” o “como guste” (Randel, 2003), tratando de recorrer la mayor cantidad de área posible, desde las 8:00 hasta las 16:00 horas. Las muestras representativas de las especies botánicas se colectaron con tijera podadora, es decir ramas floríferas con hojas, flores y frutos durante los recorridos que se realizaron por el área de muestreo. Luego con un pulverizador se agregó una solución de alcohol al 96° y agua en proporción de 1:1 a las muestras botánicas, posteriormente se colocaron en camisetas de papel periódico, con una etiqueta y/o ficha etnobotánica con los datos como código de espécimen, nombre común, hábito, hábitat, fecha, lugar, etc. (Anexo 8.1). Después se colocaron las muestras una detrás de otra en una prensa de madera estándar, debidamente aseguradas con una soguilla y finalmente se dejaron en un lugar fresco y soleado, a la mayor cantidad de radiación solar hasta lograr su secado completo. Además, en los primeros días del secado, se les cambiaron diariamente de camiseta para evitar el enmohecimiento de las muestras.

Para obtener información sobre las utilidades de las plantas, se aplicaron encuestas etnobotánicas (Anexo 8.2) a seis pobladores de cada centro poblado de ambos sexos, como pobladores locales claves (personas adultas con reconocida experiencia en el campo y conocimiento de la utilidad de las plantas, como los agricultores, herbolarios, parteras), jóvenes y adultos. Las encuestas fueron personales tanto en las viviendas como en las parcelas, se les ayudó con descripciones orales de las características más resaltantes, figuras, fotografías y material botánico; proporcionando también los nombres comunes y utilidades que ellos les atribuyen a las especies de plantas del monte ribereño en el río Chira, Sullana.

La determinación de las muestras se realizó in situ, las que presentaron alguna dificultad, se trasladaron al laboratorio de botánica de la Universidad Nacional de Piura, donde se analizaron con la ayuda de material bibliográfico como el catálogo de Angiospermas y Gimnospermas del Perú (Bracko & Zarucchi, 1993), Taxonomía de las Fanerógamas útiles del Perú (Mostacero et al. 2009). Para clasificar las familias botánicas se utilizó el sistema de clasificación APG III (2015). Los ejemplares con dificultad fueron trasladados al Herbarium Truxillense (HUT) y con ayuda de especialistas botánicos fueron determinadas las especies.

### III. RESULTADOS

En las encuestas realizadas se registraron 129 especies útiles, pertenecientes a 105 géneros y 36 familias, clasificadas con el sistema APG III – 2015. También se mencionan las categorías de utilidad por especie del monte ribereño en el río Chira (Tabla 02).

Tabla 02: Listado de las especies con utilidades del monte ribereño en el río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Usos
1	ACANTHACEAE	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L. 1764	"mangle prieto"	M, CO, CB
2	AIZOACEAE	<i>Trianthema portulacastrum</i> L. 1753	"falsa verdolaga"	F
3	AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera halimifolia</i> (Lam.) Standl. ex Pittier 1926	"hierba blanca" "ojo de pollo"	M, F
4		<i>Alternanthera peruviana</i> (Moq.) Suss. 1934	"hierba blanca"	M
5		<i>Alternanthera pubiflora</i> (Benth.) Kuntze. 1891	"hierba blanca"	F
6		<i>Amaranthus celosoides</i> Kunth. 1817	"yuyo hembra"	F
7		<i>Amaranthus spinosus</i> L. 1753	"yuyo macho"	M, F
8		<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. 1753	"paico"	M
9		<i>Salicornia frutescens</i> Decne 1834	"vidrio"	M
10	ANACARDIACEAE	<i>Loxopterygium huasanae</i> Spruce ex Engl. 1883	"hualtaco"	CO, F, S
11	APOCYNACEAE	<i>Asclepias curassavica</i> L. 1753	"flor de seda"	M, O
12		<i>Catharanthus roseus</i>	"chavelita"	M, O
13		<i>Prestonia mollis</i> Kunth 1818	"bejuco"	O
14		<i>Sarcostemma dambevanum</i> Decne. 1844	"enredadera o bejuco"	OT
15		<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link 1821	"cuo cuo"	M, CO
16	ASTERACEAE	<i>Ageratum conyzoides</i> L. 1753	"huarmi huarmi"	M
17		<i>Ambrosia peruviana</i> Willd. 1805	"altamisa"	M
18		<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers. 1807	"chilco macho"	M
19		<i>Bidens pilosa</i> L. 1753	"amor seco"	M, F
20		<i>Philoglossa peruviana</i> DC. 1836	"girasolito"	O
21		<i>Spilanthes leiocarpa</i> DC. 1836	"turre macho"	F
22		<i>Tessaria integrifolia</i> Ruiz & Pav. 1798	"palmaroboba"	M, CO, CB, A
23	BATACEAE	<i>Batis maritima</i> L. 1759	"vidrio"	M
24	BORAGINACEAE	<i>Cordia lutea</i> Lam. 1791	"overo"	M, CO, CB, F, O, CV
25		<i>Heliotropium angiospermum</i> Murray 1770	"cola de alacrán"	F
26		<i>Heliotropium curassavicum</i> L. 1753	"cola de alacrán"	M
27		<i>Tiquilia dichotoma</i> (Ruiz & Pav.) Pers. 1805	"manito de ratón"	M
28		<i>Tiquilia paronychioides</i> (Phil.) A.T. Richardson. 1976	"flor de arena"	M
29	CACTACEAE	<i>Armatocereus cartwrightianus</i> (Britton & Rose) Backeb. ex A.W. Hill. 1938	"cardo"	OT
30	CAPPARACEAE	<i>Benutemasia guineensis</i> (Kunth) Suss. 1866	"guayabito de gentil"	M, CO, F, O, CV
31		<i>Capparis cordata</i> (Kunth) Urtz. & Carnejo 2007	"vichaya" "sabaya"	M, CO, CB, F, CV, S
32		<i>Capparis euryphthalma</i> O.L. Haught 1929	"margarita"	CO
33		<i>Colicadendron scabridum</i> (Kunth) Seem. 1852	"sapote"	CO, CB, F, A, AL, OT
34	CLEOMACEAE	<i>Cleome spinosa</i> Jacq. 1760	"barbas de chivo"	O
35	COMMELINACEAE	<i>Commelina diffusa</i> Burm. F. 1768	"cachito" "cachorrillo"	M
36	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea carnea</i> Jacq. 1760	"borrachera"	M
37		<i>Ipomoea crassifolia</i> Cav. 1802	"enredadera" "campanita"	O
38	CUCURBITACEAE	<i>Cucumis dipsaceus</i> Ehrenb. 1838	"jaboncillo de campo"	M
39		<i>Luffa operculata</i> (L.) Cogn. 1878	"esponja vegetal"	M
40		<i>Momordica charantia</i> L. 1753	"papaya"	M
41	CYPERACEAE	<i>Cyperus alternifolius</i> R. Br. 1810	"pici pici"	F
42		<i>Cyperus caryophyllus</i> Roth 1772	"pici pici"	F
43		<i>Cyperus difformis</i> L. 1756	"coquito"	F
44		<i>Cyperus elegans</i> L. 1753	"coquito"	F
45		<i>Cyperus luzulae</i> (L.) Roth, ex Retz, 1786	"junco"	F
46		<i>Cyperus odoratus</i> L. 1753	"cipera"	F
47		<i>Cyperus rotundus</i> L. 1753	"coquito"	F
48	EUPHORBACEAE	<i>Chamaejasme birta</i> (L.) Millsp. 1909	"hierba de la golondrina"	M
49		<i>Chamaejasme hirsutifolia</i> (L.) Millsp. 1909	"lechosa" "lecherita"	M, F
50		<i>Jatropha curcas</i> L. 1753	"piñón blanco"	M, CV
51		<i>Ricinus communis</i> L. 1753	"higuera" "tártago"	M, O
52		<i>Acacia huasanga</i> Ruiz ex J.F. Macbr. 1930	"faique huasanga"	CO, CB, F, CV
53		<i>Acacia macrocarpa</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. 1806	"faique"	M, CO, CB, F, A, H, CV, OT
54		<i>Acacia nilotica</i> (L.) Willd. ex Delile. 1813	"faiquillo"	CO, CB, F, CV
55		<i>Acacia</i> sp.		CO, CV
56		<i>Caesalpinia decapetala</i> (Roth) Alston 1931	"uña de gato"	O, CV
57		<i>Caesalpinia paipai</i> Ruiz & Pav. 1956	"charan"	M, CO, CB, F
58		<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) Sw. 1791	"panciera" "penacho"	M, CO, O
59		<i>Parkinsonia praecox</i> (R. & P. ex Hook.) Hawkins 1999	"palo verde"	CB, F, A, CV, OT
60		<i>Crotalaria incana</i> L. 1753	"fraxalilla"	F
61		<i>Dioscorea espositum</i> B.G. Schub. 1939	"quibata"	F
62		<i>Indigofera suffruticosa</i> Mill. 1768	"cajilla de campo" "añil"	M
63	FABACEAE	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit. 1961	"varisco"	M, A, O

64		<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Moc. & Sessé ex DC.) Urb. 1928	"cintra"	F
65		<i>Mimosa pallida</i> Humb. & Bonpl. ex Willd. 1806.	"Uña de gato"	CB, CV
66		<i>Nectandra plena</i> Benth. 1841.	"rellinche"	F
67		<i>Parkinsonia aculeata</i> L. 1753.	"azote de Cristo"	M, CB, F, CV, OT
68		<i>Phaseolus</i> sp. (OJ) L. 1753.	"frijol"	F
69		<i>Ribocellobium dulce</i> (Kunth) Mart. 1837.	"chahuiso"	O
70		<i>Ribocellobium multilobatum</i> Benth. 1864.	"angala"	O
71		<i>Prosopis pallida</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth. 1823	"algarrobo"	M, CO, CB, F, H, AL, O, CV, OT
72		<i>Rhynchosia quinima</i> (L.) DC. 1825	"frojillo trepador"	F
73		<i>Senna bicapsulata</i> (L.) Roxb. 1832	"mutuy"	F, O
74		<i>Senna biocristis</i> (Vogel) H.S. Gentry & Barneby 1982	"senna"	M, F
75		<i>Senna pistaciifolia</i> (Kunth) H.S. Irwin & Barneby 1982	"senna"	F, O
76	LORANTHACEAE	<i>Raietacanthus chandrasekharis</i> Eichler. 1868	"suela con suela"	M, F
77	LYTHRACEAE	<i>Cuphea ciliosa</i> Ruiz & Pav. 1794	"cuña"	M
78		<i>Byttneria hirsuta</i> Ruiz & Pav. 1802	"uña de gato"	CV
79	MALVACEAE	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn. 1791	"ceiba"	CB
80		<i>Sida spinosa</i> L. 1753	"sida"	F
81		<i>Sidastrum paniculatum</i> (L.) Eoxell. 1978	"escoba"	M, F
82	MELIACEAE	<i>Melia azadirachta</i> L. 1753	"papaia"	CB, O
83	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i> L. 1753	"cereza silvestre"	CO, F, AL, O, OT
84		<i>Boerhavia caribaea</i> Jacq. 1771	"pega pega"	F
85	NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea peruviana</i> Bonpl. 1808	"papelillo"	O
86		<i>Commicarpus tuberosus</i> (Lam.) Steudl. 1916	"pega pega"	F
87	PAPAVERACEAE	<i>Argemone subfusiformis</i> G.B. Owenbey. 1961	"cardo santo"	M
88	PHYLLANTHACEAE	<i>Phyllanthus niruri</i> L. 1753	"chancapiedra"	M
89		<i>Boronia manjarani</i> (L.) Wettst. 1891	"verdolaga de río"	M, F
90		<i>Solanum fruticosum</i> J.F. Gmel. 1791	"cueli"	M, F, O
91	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago major</i> L. 1753	"lantén"	M
92		<i>Scoparia dulcis</i> L. 1753	"escoba" "escobita de Perú"	M, A
93		<i>Anthriscus hermaphrodita</i> (L.) Kuntze 1891	"calaverita"	F
94		<i>Arundo donax</i> L. 1753	"carrizo"	M, CO, A
95		<i>Cenchrus echinatus</i> L. 1753	"cadillo"	M
96	POACEAE	<i>Cenchrus myosuroides</i> Kunth. 1815	"rabo de zorro"	M, F
97		<i>Chloa halophila</i> Parodi 1945	"sudán"	F
98		<i>Chloa virgata</i> Sw. 1797	"grama"	F
99		<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers. 1805	"grama dulce"	M, F
100		<i>Distichlis spicata</i> (L.) Gleason. 1887	"grama salada"	M, F
101		<i>Echinopsia colona</i> (L.) Link. 1833	"moco de pavo"	F
102		<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. 1788	"pata de gallina"	F
103		<i>Eragrostis cf. ciliaris</i> (L.) R. Br. 1818	"piojito"	F
104		<i>Guadua angustifolia</i> Kunth. 1822	"guayaquil"	CO, A, CV
105		<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P. Beauv. 1812	"caña brava"	M, CO, A, CV
106		<i>Lepidochloa filiformis</i> P. Beauv. 1812	"grama"	F
107		<i>Panicum maximum</i> Jacq. 1781	"grama"	F
108		<i>Pennisetum purpuraceum</i> Schumacher. 1827	"Elefante o gigante"	F
109		<i>Panicum australis</i> (Cav.) Trin. ex Steudl. 1840	"carrillo"	CO, F
110		<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers. 1805	"sorgo"	F, A
111		<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth 1829	"grama"	F
112		<i>Tripsacum daniellii</i> Zapater & Sulekic 2001	"grama"	F
113	POLYGONACEAE	<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx. 1803	"pica pica"	M
114	PORTULACACEAE	<i>Portulaca oleracea</i> L. 1753	"Verdolaga"	M, F
115	SALICACEAE	<i>Populus deltoides</i> W. Bartram, ex Marshall 1785	"alamo"	CO
116		<i>Salix humboldtiana</i> Molina 1782	"saucé"	M, CO, CB, A, H, CV
117		<i>Baccharis americana</i> L. 1753	"flor de mayo"	M
118		<i>Datura innoxia</i> Mill. 1768	"floripondia" "mata perro"	M, O, OT
119	SOLANACEAE	<i>Goussieria boreoandina</i> (L. f.) Schtdl. 1832	"palo negro"	F, CV
120		<i>Solanum pimpinellifolium</i> L. 1755	"tomate silvestre"	F, AL, OT
121		<i>Solanum sisymbriifolium</i> Lam. 1794	"O"	O
122	TAMARICACEAE	<i>Tamarix aphylla</i> (L.) H. Karst. 1882	"tamarix"	CB, O, CV
123	TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i> L. 1753	"totora"	M, CO, F, A
124		<i>Lantana camara</i> (L.) L. 1753	"hierba de la maestranza"	M, O
125	VERBENACEAE	<i>Lippia alba</i> (Mill.) N. E. Br. ex Britton & P. Wilson 1925	"mastrante"	M, O, OT
126		<i>Lippia ovalifolia</i> (L.) Michx. 1803	"turra hembra"	M, F
127		<i>Verbena leucalis</i> Kunth. 1817	"verbena"	M
128	VITACEAE	<i>Cissus verticillata</i> (L.) Nicolson & C. E. Jarvis 1984	"uvilla" "uva silvestre"	M, F
129	ZYGOPHYLLACEAE	<i>Tribulus terrestris</i> L. 1753	"abrojo"	M

LEYENDA:

M: medicinal CO: construcción CB: combustible F: forraje  
A: artesanal H: herramienta AL: alimentación CV: cerco vivo  
S: sahumerios O: ornamentales OT: otras utilidades

Las familias etnobotánicas más representativas por el número de especies útiles fueron: Fabaceae (24), Poaceae (20), Amaranthaceae (7), Asteraceae (7) y Cyperaceae (7). Las demás familias presentaron entre una y cinco especies (Fig. 02).

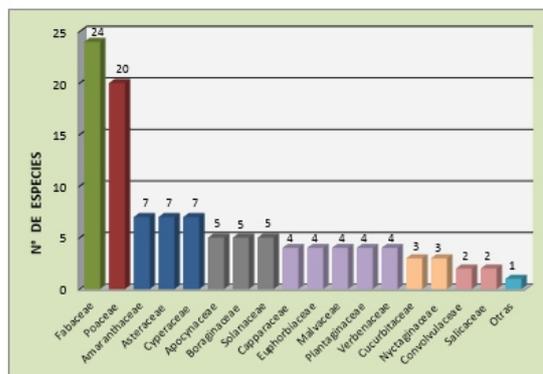


Fig. 02: Familias y número de especies con uso etnobotánico en el río Chira, Sullana – Piura.

Se reportaron 11 categorías de utilidad: forraje (27 %), medicinal (26 %), ornamental (10 %), construcción (9.7 %), cercos (7.3 %), combustible (7 %), artesanal (5 %), otras utilidades (4 %), alimentación (2%), herramientas (1 %) y sahumerios (1 %) según las encuestas aplicadas en los centros poblados beneficiadores de las especies etnobotánicas del monte ribereño en el río Chira (Fig. 03).

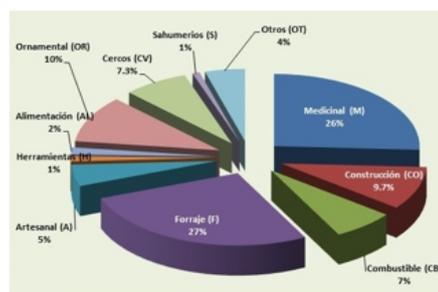


Fig. 03: Distribución porcentual según categoría de utilidad de las especies etnobotánicas del monte ribereño en el río Chira.

En las encuestas se registraron 64 especies con utilidad medicinal, pertenecientes a 59 géneros y 28 para familia (Tabla 03).

Las especies con más utilidad fueron: "paico" *Chenopodium ambrosioides*, se utiliza contra resfriados, dolor de estómago, vómitos, cólicos, desparasitante y buen desinflamante de las vías urinarias; "overo" *Cordia lutea*, sus flores son muy apreciadas porque es un gran desinflamante del hígado, riñones y vías urinarias, su preparación es colocar las flores en agua hirviendo, se deja enfriar y se bebe, su sabor es muy agradable; "cun cun" *Vallesia glabra*, tiene un gran poder germicida para heridas, así como cualquier infección dermatológicas; "algarrobo" *Prosopis pallida*, es energizante, reconstituyente, antianémica por sus propiedades de sus frutos preparados en tónico o infusiones; "mastrante" *Lippia alba*, es común en el río Chira muy buena para baños relajantes, deja una sensación de frescura, también contra cólicos estomacales, vómitos y resfriados.

*Arundo donax* "carrizo", *Cenchrus echinatus* "cadillo", *Distichlis spicata* "grama salada", *Cynodon dactylon* "grama", son hierbas que al mezclarlas como una sola infusión su efectividad es mayor, como desinflamantes de hígado, riñones, vías urinarias y diuréticos; *Gynerium sagittatum* "pasto" con las cenizas de esta planta mezclado con aceite

vegetal se preparan pomadas, usada en aplicaciones dermatológicas contra eczemas, heridas y llagas.

La cocción de la corteza de *Salix humboldtiana* “sauce” se utiliza para bajar la fiebre; la infusión de *Plantago marjor* “llantén” cura problemas digestivos y cólicos estomacales; con el tallo seco de *Typha angustifolia* “totora”, triturado y mezclado con aceite vegetal se prepara una pomada que sirve como medicamento contra la gingivitis y boqueras, también con el tallo se prepara una infusión que se toma contra la disentería; con *Tessaria integrifolia* “pájaro bobo” y *Portulaca oleracea* “verdolaga” hervidas o en infusión, son utilizadas como anti-diabéticas.

Tabla 03: Plantas de utilidad medicinal del monte ribereño del río Chira y usos por los pobladores de los centros poblados aledaños.

Nombre Común	Nombre Científico	Utilidad	Parte Utilizada	Forma de Utilidad
"faique"	<i>Acacia macracantha</i>	Antigripal	Corteza	Infusión (con miel de abeja)
"huarmi huaco"	<i>Aperantia saucoides</i>	Facilita el parto	Planta completa	Infusión
		Diurética	Planta completa	Infusión
"hierba blanca"	<i>Alternanthera versicolor</i>	Astringente	Hojas	Decocción
		Antihemorrágico	Hojas y tallo	Emplasto
		Antidiabético	Hojas y tallo	Infusión
"hierba blanca"	<i>Alternanthera peruviana</i>	Antiinflamatorio de hígado y riñones	Hojas y tallo	Infusión
		Antigripal	Tallo, hojas y flores	Infusión
"yuyo macho" "bado"	<i>Amaranthus spinosus</i>	Diurética	Tallo, hojas y flores	Infusión
		antifebril	Planta completa	Cocción (oral y baños)
		Laxante	Planta completa	Cocción
		Hepatitis	Raíz	Cocción
"altamisa"	<i>Ambrosia peruviana</i>	Desinflamante de hígado y riñón	Planta completa	Cocción
"cardo santo"	<i>Argemone subfusiformis</i>	Contra inflamaciones del S.I.G. Digestivo, urinario y respiratorio	Flor	Cocción
		Contra el dolor del cuerpo	Hojas	Cocción
"carrizo"	<i>Azorella densa</i>	Desinflamante de hígado riñón y vías urinarias	Raíz	Cocción
"foc. de seda"	<i>Asplenium cuscutifolium</i>	Hepatitis	Raíz	Cocción
"foc. de seda"	<i>Asplenium cuscutifolium</i>	Cicatrizante y antisecaleudías	Raíces	Cocción
"mangle prieto"	<i>Avicennia germinans</i>	Antidiarreico, antihemorráico	Resina	Infusión
"chilco macho"	<i>Baccharis latifolia</i>	Antirreumático	Planta completa	Cocción
		Mal de aire	Hojas	Emplasto fricción
"verdolaga de río"	<i>Baccharis latifolia</i>	Antiespasmódico (supositorio)	Planta completa	Cocción
		Desparasitante	Hojas	Molido y hervido
"vidrio"	<i>Batis maritima</i>	Úlceras y llagas	Planta completa	Infusión
		Contra la gripe	Planta completa	Infusión (con miel de abeja)
"guayabito de gentil"	<i>Bauhinia guianensis</i>	Eczemas y psoriasis (dermatitis)	Planta completa	Infusión como agua de tiempo
		Anticéptica	Planta completa	Infusión como agua de tiempo
"amor seco"	<i>Bidens pilosa</i>	Antirreumático y antibiótico	Hojas, flores y frutos	Macerado
		Antiinflamación del riñón	Flor y hojas	Infusión
"flor de mayo"	<i>Bouvardia americana</i>	Antidiabético	Flor y hojas	Infusión
		Heridas y laceraciones	Hojas secas	Emplasto
"charán"	<i>Caesalpinia pauciflora</i>	Tiña y enfermedades de la piel	Tallo, hojas y flores	Cocción
		Cicatrizante de heridas	Fruto maduro	Emplasto (secado y molido)
"penacho"	<i>Caesalpinia pauciflora</i>	Contra el dolor de diente	Fruto inmaduro	Molido
		Purgante	Corteza	Infusión
"vichayo"	<i>Caesalpinia pauciflora</i>	Antirreumático y antibiótico	Hojas flores y frutos	Macerado (con alcohol)
"chabelita"	<i>Catharanthus roseus</i>	Contra endoparásitos (aselmintos) y helmintos	Hojas y flores	Infusión
		Antidiabético	Hojas, flores y raíces	Infusión
"cudillo"	<i>Cinchona officinalis</i>	Antiinflamatorio de los riñones y vías urinarias, diurético	Planta completa	Infusión
"hierba de la golondrina"	<i>Chamaecyparis hirta</i>	Cicatrizante en la extirpación de verrugas	Planta fresca	Látex
"lechosa" "lecherita"	<i>Chamaecyparis hirta</i>	Aclarar la vista	Planta fresca	Látex mezclar con leche materna

"paico"	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Contra el dolor de estómago (cólicos estomacales, vómitos)	Planta completa	Infusión
		Antigripal	Hojas	Infusión
		Antifistulosis	Planta completa	Hervido como bebida de tiempo
		Mal de aire	Hojas	Emplasto (fricción)
		Desparasitante	Hojas	Hervido
"uvilla" "uva silvestre"	<i>Cissou verticillata</i>	Desinflamante de las vías urinarias	Planta completa	Infusión
		Antidiabético	Hojas y frutos	Infusión
"cachito" "cachorrillo"	<i>Commelina diffusa</i>	Desinflamante de heridas	Fruto	Emplasto
		Lavados intestinales (supositorio)	Planta completa	Infusión (con aceite vegetal)
"oversal"	<i>Cordia lutea</i>	Antiinflamatorio de las vías urinarias y riñones	Flor	Infusión
		Antiinflamatorio del hígado	Flor	Infusión
		Hepatitis	Flor	Hervido como agua de tiempo
"jaboncillo de campo"	<i>Cucurbitis discocarpa</i>	Anticispa	Fruto	Remojado en agua
"cufia"	<i>Cucurbitis discocarpa</i>	Antifebril	Planta completa	Cocción (baños)
"grama dulce"	<i>Cyperus dactyloides</i>	Diurético y desinflamante de riñón y vías urinarias	Planta completa	Infusión
		Heridas	Hojas	Cataplasma
"mata perro"	<i>Datura innoxia</i>	Mal de aire	Hojas	Hervido (baños)
			Hojas	Hervido (baños)
"grama salada"	<i>Distichlis spicata</i>	Diurético	Planta completa	Infusión (junto con grama dulce)
"cui cui"	<i>Galeopsis fruticosa</i>	Heridas	Planta completa	Hervido
		Reumatismo	Fruto	Macerado
"caña brava"	<i>Gynecomium sagittatum</i>	Anticéptico	Tallo	Infusión
		Antiinflamatorio de llagas, heridas y eczemas	Planta completa	Pomada (cenizas con aceite vegetal)
		Diurético	Rizomas	Cocción
"cola de alacrán"	<i>Heliotropium curassavicum</i>	Ecemas y forúnculos	Cocción (oral y baños)	Cocción (baños)
"frijolillo de campo" "añil"	<i>Indigofera suffruticosa</i>	migraña	Hojas	Cocción
"borrachera"	<i>Ipomoea carnea</i>	Mal de aire	Hojas	Frotación (con grasa animal)
"piñón"	<i>Jatropha curcas</i>	Purgante antiparasitario	Semillas	Machacado
"hierba de la maestranza"	<i>Lantana camara</i>	Antigripal	Tallo y hojas	Cocción
"vacavisco"	<i>Leucaena leucocarpa</i>	Antiinflamatorio renal	Hojas	Infusión
		Baños relajantes	Planta completa	Hervido
"maestranza"	<i>Lippia alba</i>	Contra el dolor de huesos	Hojas	Emplasto (con manteca de iguana)
		Contra cólicos estomacales	Planta completa	Infusión
		Antigripal	Tallo y hojas	Hervido
		Paludismo	Tallo y hojas	Hervido
"turre hembra"	<i>Lippia nodiflora</i>	Contra el dolor de diente	Flores	Cocción
"esponja vegetal"	<i>Luffa operculata</i>	Exfoliante	Fruto	Remojado en agua
		Lavarse las heridas cicatrizante	Fruto	Remojado en agua
"papavilla"	<i>Momordica charantia</i>	Contra los cólicos intestinales y antiinflamatorio del sist. digestivo	Hojas	Cocción
		Ecemas y afecciones dérmicas	Frutos, hojas y tallo	Tintura (maceración con alcohol)
		Hepatitis	Fruto y flores	Infusión
"azote de cristo"	<i>Bacikania aculeata</i>	Abortivo	Hojas y corteza	Infusión
		Contra la epilepsia	Hojas	Infusión
"chanca piedra"	<i>Boerhaavia oleracea</i>	Disolver cálculos biliares, renales y hepáticos	Planta completa	Cocción
		Laxante	Planta completa	Cocción
		Contra el dolor de riñón	Planta completa	Cocción
		Contra dolores estomacales	Planta completa	Cocción
"llantén"	<i>Plantago major</i>	Cólicos e infamación estomacal	Hojas	Infusión
"pica pica"	<i>Polygala hystericoides</i>	Antihemorrágica	Planta completa	Cocción (bebida), cataplasma
		Antialérgica y contra el sarpullido	Planta completa	Cocción (baños)
"verdolaga"	<i>Portulaca oleracea</i>	Antidiabético	Raíz	Hervido
		Dolor de vejiga y vías urinarias	Planta completa	Infusión
		Contra el tabardío (insolación)	Planta completa	Infusión
"algarrobo"	<i>Prosopis pallida</i>	Anticonceptiva, abortiva	Corteza	Infusión
		Antidiarreico	Tallo	Infusión (con gotitas de limón)
		Desparasitante	Corteza	Hervido

		Energizante, reconstituyente y <b>zoticoético</b>	Fruto	Hervido (algarrobina, tónicos)
		Bronquios	Hojas	Hervido
"suela con suela"	<b><i>Baillonanthus chaoduisensis</i></b>	Dolor de columna, fracturas, quebraduras	Hojas	Infusión y mesclado con manteca de iguana o de serpiente
"higuerilla" "tártago"	<b><i>Siccium comuauis</i></b>	<b>Antiestreñimiento</b>	Semillas	Molido (obtención de aceite)
		Purgante	Semillas	Molido
"parachique"	<b><i>Salicornia fruticosa</i></b>	Contra la dermatitis	Tallos	Cocimiento (baños)
		<b>Antioflatoxina de las vias urinarias</b>	Tallos	Cocimiento
		Antifebril	Corteza	Cocimiento
"sauc"	<b><i>Salix humboldtiana</i></b>	Antirreumático	Tallos y hojas	Tintura (con alcohol)
"escobita" "escobita del Besu"	<b><i>Scoparia dulcis</i></b>	Contra la dermatitis	Hojas	Cataplasma (también cocimiento baños)
		Antigripal (broncopulmonar)	Planta completa	Infusión (con miel de abeja y zumo de limón)
"seo cen"	<b><i>Senna bicastrois</i></b>	<b>Desparasitante</b>	Hojas	Hervido
"escoba"	<b><i>Sidastrum angiculatum</i></b>	Antiséptico de heridas y llagas	Tallos y hojas	Infusión
"pájaro bobo"	<b><i>Tessaria integrifolia</i></b>	Contra el dolor de cabeza	Hojas	Cocimiento
		Desinflamante del hígado y riñón	Hojas, flores y frutos	Infusión
		Controlar la diabetes	Planta completa	Infusión
"manito de ratón"	<b><i>Tiquilia dichotoma</i></b>	Diurético, depura las vias urinarias	Planta completa	Cocimiento
"flor de arena"	<b><i>Tiquilia paracochiloides</i></b>	Para limpiar la sangre elimina el ácido úrico	Planta completa	Cocimiento
"abrojo"	<b><i>Tobulus cerasstin</i></b>	Diurético, antiinflamatorio de vias urinarias	Planta sin raíz	Cocimiento
		Antiinflamatorio y afecciones de las vias urinarias	Tallos	infusión
"totora"	<b><i>Typha angustifolia</i></b>	Contra la gingivitis y boqueras	Tallos	Pomada (mezcla con aceite vegetal)
		Contra la disenteria	Tallos	Infusión
		Antidiarreico	Raíz	Molido y cocimiento (con zumo de limón)
"cua cua"	<b><i>Vallesia glabra</i></b>	Antiinflamatorio de heridas	Fruto	Machacado
		Bajar la fiebre	Hojas	Molido se utiliza el líquido
		Varicela	Hojas	Hervido se hacen baños
		Desinflamante de granos y acné	Planta completa	Machacado
		Contra los hongos	Fruto	Emplasto
		Antialérgico	Planta completa	Hervido (baños)
		Contra el sarpuellido	Planta completa	Hervido (baños por 15 minutos en una tina)
"verbena"	<b><i>Verbena litaealis</i></b>	Pulmonía, dolor de estomago	Planta completa	Infusión
		Lavados intestinales (supositorios)	Planta completa	Infusión

Se registran 24 especies, contenidas en 20 géneros y 11 familias utilizadas para la construcción de viviendas y construcción de cercos (Tabla 4).

Las especies que más se utilizan para la construcción rural son el "algarrobo" *Prosopis pallida*, "faique" *Acacia macracantha* con la madera de estos árboles hacen tabiques, horcones (forma de "Y"), postes para construir quinchas y cercos; la "caña brava" *Gynerium sagittatum* se usa como varas para sostener los tabiques en la quincha; con "guayaquil" *Guadua angustifolia* seleccionan los tallos más rectos y gruesos para vigas de los techos; el "pájaro bobo" *Tessaria integrifolia* y el "overo" *Cordia lutea* se cortan tallos a la misma medida y se hace una trama, sostenidas cada 2 a 2.5 metros con horcones pequeños incrustados en el suelo para hacer corrales para animales domésticos.

La mayoría de viviendas, en la parte delantera están

construidas con material noble (ladrillo) y las paredes interiores construidas con material rustico como el "carrizo", "caña brava", "carricillo" y "algarrobo", empastadas con barro. Para que las paredes de las viviendas sean resistentes a las lluvias, algunos pobladores mezclan el barro con hojas y palo picado de "cun cun", pajilla de "arroz" y abono de corral caprino o vacuno. También aplican esta mezcla para los techos de las casas.

Las paredes de quincha están sostenidas y amarradas a horcones hechos de "hualtaco" *Loxopterygium huasango*, "algarrobo" los que están incrustados un metro en el suelo, estos sostienen las vigas elaboradas de "guayaquil".

En la construcción de cercos se elaboran varas a partir de plantas arbustivas como "cun cun", "overo", "pájaro bobo", "faique", "caña brava" entre otras plantas, y estas varas se colocan unas seguidas de otras formando una trama, sostenidas por un pequeño horcón elaborado de los mismos arbustos mencionados.

Tabla 04: Plantas utilizadas en construcción por los pobladores aledaños del monte ribereño del río Chira.

Nº	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	ACANTHACEAE	<i>Avicennia germinans</i>	"mangle prieto"
2	ANACARDIACEAE	<i>Loxopterygium huasango</i>	"hualtaco"
3	APOCYNACEAE	<i>Vallesia glabra</i>	"cun cun"
4	ASTERACEAE	<i>Tessaria integrifolia</i>	"pájaro bobo"
5	BORAGINACEAE	<i>Cordia lutea</i>	"overo"
6		<i>Beautempsia avicennifolia</i>	"guayabito de gentil"
7	CAPPARACEAE	<i>Cappariacris crotonoides</i>	"vichayo"
8		<i>Capparis eucalyptifolia</i>	"margarita"
9		<i>Calicodendron scabridum</i>	"sapote"
10		<i>Acacia macracantha</i>	"faique"
11		<i>Acacia huasango</i>	"faique huasango"
12		<i>Acacia nilotica</i>	"faiquillo"
13	FABACEAE	<i>Acacia sp.</i>	"faique"
14		<i>Caesalpinia paipai</i>	"charán"
15		<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	"penacho"
16		<i>Prosopis pallida</i>	"algarrobo"
17	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	"cereza silvestre"
18		<i>Arundo donax</i>	"carrizo"
19	POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i>	"guayaquil"
20		<i>Gynerium sagittatum</i>	"caña brava"
21		<i>Phragmites australis</i>	"carricillo"
22	SALICACEAE	<i>Populus deltoides</i>	"álamo"
23		<i>Salix humboldtiana</i>	"sauc"
24	TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>	"totora"

Por otra parte, se han registrado 17 especies de plantas utilizadas como combustibles pertenecientes a 15 géneros y 9 familias (Tabla 05).

Las especies con mayor utilidad para combustible son: "faique huasango" *Acacia huasango*, "faique" *Acacia macracantha*, "uña de gato" *Mimosa peltita* y el "algarrobo" *Prosopis pallida*, este último árbol es el más utilizado para estos fines, siendo la extracción y venta del carbón una de las primeras actividades que realizan los pobladores, que está acabando con grandes extensiones de bosque. Otra utilidad es para hornear ladrillos en hornos hechos por algunos pobladores del centro poblado La Huaca donde utilizan bastante leña para mantenerlos encendidos.

También se ha registrado la utilidad de leña para preparar sus alimentos, utilizan el tallo de árboles

como “algarrobo”, “faique” entre otros, y arbustos como es el “overo” *Cordia lutea* y “pájaro bobo” *Tessaria integrifolia*, además las ramas más delgadas les sirve para iniciar el fuego.

Los pobladores de la Bocana utilizan para cocinar los tallos de “mangle prieto” *Avicennia germinans*, cuando estos se han secado naturalmente.

Tabla 05: Plantas utilizadas como combustible por los pobladores aledaños del monte ribereño en el río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	ACANTHACEAE	<i>Avicennia germinans</i>	“mangle prieto”
2	ASTERACEAE	<i>Tessaria integrifolia</i>	“pájaro bobo”
5	BORAGINACEAE	<i>Cordia lutea</i>	“overo”
6	CAPPARACEAE	<i>Capparicordis crotonoides</i>	“vichayo”
7		<i>Colicodendron scabridum</i>	“sapote”
8		<i>Acacia macracantha</i>	“faique”
9		<i>Acacia huarango</i>	“huarango”
10		<i>Acacia nilotica</i>	“faiquilla”
11	FABACEAE	<i>Caesalpinia paipái</i>	“charan”
12		<i>Parkinsonia praecox</i>	“palo verde”
13		<i>Mimosa pallida</i>	“uña de gato”
14		<i>Parkinsonia aculeata</i>	“azote de cristo”
15		<i>Prosopis pallida</i>	“algarrobo”
3	MALVACEAE	<i>Celiba pantandra</i>	“celiba”
4	MELIACEAE	<i>Melia azedarach</i>	“paraíso”
16	SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i>	“sauce”
17	TAMARICACEAE	<i>Tamarix aphylla</i>	“tamarix”

Dentro de las plantas con utilidad forrajera, se han registrado 67 especies usadas por los pobladores en la alimentación de su ganado, distribuidas en 54 géneros y 20 familias (Tabla 6).

La familia con mayor utilidad forrajera fue: Poaceae, con las especies *Pennisetum purpureum*, *Sorghum halepense*, *Antheophora hermaphrodita*, *Cyperus elegans* y *Cyperus rotundus*, que son las más consumidas por el ganado y animales de carga, gracias a la gran cantidad de fibra y nutrientes que éstas almacenan. Las Fabaceae y Capparaceae son forrajeras de reserva porque en estaciones donde escasean las hierbas, los frutos y hojas de las especies de estas familias sirven de alimentos para los animales, como por ejemplo el “algarrobo” *Prosopis pallida*, el “faique” *Acacia macracantha*, el “sapote” *Colicodendron scabridum*, el “vichayo” *Capparicordis crotonoides*, entre otras. El *Prosopis pallida* “algarrobo”, es la planta más resaltante en el uso forrajero, porque su fruto, la “algarroba”, posee un alto valor nutritivo para el ganado vacuno, caprino, ovino, así como también para los animales de carga como son asnos y caballos.

Otras hierbas de utilidad forrajera son la “lecherita” *Chamaesyce hypericifolia*, “miñate” *Desmodium vargasianum* y “relincho” *Neptunia plena*; también el “yuyo macho” *Amaranthus spinosus*, “verdolaga” *Portulaca oleracea*, “verdolaga de río” *Bacopa monnieri*, entre otras, que son utilizadas para la alimentación de porcinos. Dentro de las plantas con

Tabla 06: Plantas utilizadas para forraje por los pobladores aledaños del monte ribereño en el río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	AIZOACEAE	<i>Joisnothema portulacastrum</i>	“falsa verdolaga”
2		<i>Alternanthera halimifolia</i>	“hierba blanca” “ajo de pollo”
3	AMARANTHACEAE	<i>Alternanthera pubiflora</i>	“hierba blanca”
4		<i>Amaranthus celastroides</i>	“yuyo hembra”
5		<i>Amaranthus spinosus</i>	“yuyo macho” “bledo”
6	ANACARDIACEAE	<i>Loxopterygium huasango</i>	“huaitaco”
7	ASTERACEAE	<i>Biden pilosa</i>	“amor seco”
8		<i>Solanthes leiocarpa</i>	“turra macho” “mastrante”
9		<i>Cordia lutea</i>	“overo”
10	BORAGINACEAE	<i>Heliotropium angiospermum</i>	“hierba de alacrán”
11		<i>Beautempsia avicennifolia</i>	“guayabito de gentil”
12	CAPPARACEAE	<i>Capparicordis crotonoides</i>	“vichayo”
13		<i>Colicodendron scabridum</i>	“sapote”
14		<i>Cyperus alterniflorus</i>	“cipero”
15		<i>Cyperus corymbosus</i>	“coquita”
16		<i>Cyperus difformis</i>	“cipero”
17	CYPERACEAE	<i>Cyperus elegans</i>	“coquita”
18		<i>Cyperus lucidus</i>	“junco”
19		<i>Cyperus odoratus</i>	“coquita”
20		<i>Cyperus rotundus</i>	“coquita”
21	EUPHORBIACEAE	<i>Chamaesyce hypericifolia</i>	“lecherita”
22		<i>Acacia macracantha</i>	“faique”
23		<i>Acacia huarango</i>	“huarango”
24		<i>Acacia nilotica</i>	“faiquilla”
25		<i>Caesalpinia paipái</i>	“charan”
26		<i>Parkinsonia praecox</i>	“palo verde”
27		<i>Crotalaria incana</i>	“frijolillo”
28		<i>Desmodium vargasianum</i>	“miñate”
29		<i>Macroptilium atropurpureum</i>	“cinatra”
30		<i>Neptunia plena</i>	“relincho”
31		<i>Parkinsonia aculeata</i>	“azote de cristo”
32	FABACEAE	<i>Phaseolus sp.</i>	“frijolillo”
33		<i>Prosopis pallida</i>	“algarrobo”
34		<i>Rhynchosia minima</i>	“frijolillo trepador”
35		<i>Senecio bicasularis</i>	“mutuy”
36		<i>Senecio bicastrius</i>	“senoa”
37		<i>Senecio pistaciifolia</i>	“senoa”
38	LORANTHACEAE	<i>Sinososthus chinensisensis</i>	“suelida con suelda”
39	MALVACEAE	<i>Sida spinosa</i>	“sida”
40		<i>Sidastrum paniculatum</i>	“escoba”
41	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	“cerezo de monte”
42	NYCTAGINACEAE	<i>Bertholletia caribaea</i>	“pega pega”
43		<i>Commicarpus tuberosus</i>	“pega pega”
44		<i>Anthephora hermaphrodita</i>	“calaverita” “pasta”
45		<i>Cenchrus myosuroides</i>	“rabo de sorro”
46		<i>Cynodon dactylon</i>	“grama dulce”
47		<i>Chloris balaphila</i>	“gramilla”

uso artesanal, se han registrado 12 especies, contenidas en 12 géneros y 7 familias (Tabla 7).

La especie de mayor uso artesanal fue *Arundo donax* “carrizo”, su tallo es usando para la fabricación de esteras, canastas, cestos, zampoñas y objetos escolares como antorchas y cometas, con estos productos los pobladores se benefician económicamente, en especial los pobladores de Jibito, Sojo, Viviate, Nomara y La Huaca, quienes son los mayores productores de esteras.

La madera de “sapote” *Colicodendron scabridum* es pre tallada y vendida a personas de otras localidades, quienes se encargan de confeccionar cucharas, cucharones, morteros, tablas de picar, recuerdos, cuadros circulares y llaveros.

En la localidad de La Huaca – Viviate, los artesanos confeccionan escobas de “sorgo” *Sorghum halepense* y los mangos de éstas son de los tallos de “pájaro bobo” *Tessaria integrifolia*. En Jibito y Sojo hacen escobitas caseras de “escobita” *Scoparia dulcis*. Con el tallo del “sauce” *Salix humboldtiana* los pobladores elaboran sillones para las acémilas y de la “caña brava” *Gynerium sagittatum* en los colegios elaboran cometas y antorchas.

Las semillas de “palo verde” *Parkinsonia praecox* y “yaravisco” *Leucaena leucocephala* son pintadas con

acuarelas para hacer aretes, collares entre otras bisuterías. También las hojas de la “totora” *Typha angustifolia* es utilizada para hacer petates y el relleno de las coronas fúnebres.

Tabla 07: Plantas utilizadas para artesanía por los pobladores aledaños del monte ribereño en el río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Utilidad
1	ASTERACEAE	<i>Tessaria integrifolia</i>	"pájaro bobo"	Varas para escobas, soporte para coronas fúnebres y la corteza es trenzada para hacer sogas.
2	CAPPARACEAE	<i>Colicodendron scabridum</i>	"zapote"	Venden la madera para tallada.
3		<i>Acacia macracantha</i>	"faique"	Tallos labrados y palos para templar las redes de pescar.
4	FABACEAE	<i>Parkinsonia praecox</i>	"palo verde"	Semillas para aretes, pulseras y cadenas
5		<i>Leucaena leucocephala</i>	"yacavisco"	Semillas para aretes, pulseras, cadenas y manualidades en el colegio
6		<i>Arundo donax</i>	"carrizo"	Esteras, sampoñas y manualidades para el colegio de los niños
7	POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i>	"guayaquil"	Para adornar casas de campo
8		<i>Gynerium sagittatum</i>	"caña brava"	Para hacer cometas, manualidades para el colegio
9		<i>Sorghum halepense</i>	"sorgo"	Escobas
10	SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i>	"sauce"	Cajas para frutas y sillones para acemilas
11	PLANTAGINACEAE	<i>Scoparia dulcis</i>	"escobita del Perú"	Escobas
12	TYPHACEAE	<i>Typha angustifolia</i>	"totora"	Petates y de relleno para coronas fúnebres

Con respecto a las plantas utilizadas para confeccionar herramientas se han registrado 3 especies, pertenecientes a 3 géneros y 2 familias (Tabla 8).

El “faique” *Acacia macracantha* (Fig. 102) es muy apreciado por su resistencia al agua es por eso que se utiliza para hacer palos y tablas que se pueden poner como compuertas o para utilizarlos como remos. Con la parte interna del tallo del “algarrobo” *Prosopis pallida* y del “sauce” *Salix humboldtiana* se elaboran mangos para hachas, palanas y picos.

Tabla 08: Plantas utilizadas para herramientas por los pobladores aledaños del monte ribereño en el río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Utilidad
1		<i>Acacia macracantha</i>	"faique"	Palos y tablas Para compuertas, palos para remo
2	FABACEAE	<i>Prosopis pallida</i>	"algarrobo"	Raíz o la parte interna del tallo para hacer mangos de hachas, palas, picos
3	SALICACEAE	<i>Salix humboldtiana</i>	"sauce"	Mangos para hachas, palas, picos

En lo concerniente a las plantas utilizadas en la alimentación humana se han registrado cuatro especies, pertenecientes a 4 géneros y 4 familias (Tabla 9).

Las dos especies que más se utilizan en la alimentación fueron el “algarrobo” *Prosopis pallida* para la elaboración de “algarrobina”, que es el fruto maduro molido y cocido; si el fruto se prepara entero en cocción se le llama “yupisin”. Otra especie es el “cerezo de monte” *Muntingia calabura* con esta se preparan mermeladas y también se consume el fruto fresco.

En lo referente a las plantas de utilidad ornamental, se registraron 26 especies, pertenecientes 3 géneros y 14 familias (Tabla 10). La familia con el mayor número de fue las Fabaceae, con 08 especies de las

Tabla 09: Plantas utilizadas en la alimentación por los pobladores aledaños del monte ribereño en el río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Utilidad
1	CAPPARACEAE	<i>Colicodendron scabridum</i>	"zapote"	Fruto fresco en pastres
2	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	"cerezo silvestre" "cerezo de monte"	Fruto para mermeladas
3	FABACEAE	<i>Prosopis pallida</i>	"algarrobo"	Fruto molido para pastres, el café de algarroba, algarrobina y el yupisin
4	SOLANACEAE	<i>Solanum pimpinellifolium</i>	"tomatillo"	Fruto fresco en ensaladas y pastas

cuales 06 son árboles, y arbustos, en la mayoría de los jardines están presentes “penacho” *Caesalpinia pulcherrima*, “uña de gato” *Caesalpinia decapetala*, “algarrobo” *Prosopis pallida*, “yaravisco” *Leucaena leucocephala* y “angolo” *Pithecellobium multiflorum*.

También están la “flor de seda” *Asclepias curassavica*, el “overo” *Cordia lutea*, la “hierba de la maestranza” *Lantana camara*, el “papelillo” *Bougainvillea peruviana*, estas plantas son muy apreciadas por las variedades de colores de sus flores, las formas de hojas y frutos, etc.

Tabla 10: Plantas de utilizadas como ornamentales por los pobladores aledaños del monte ribereño del río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1		<i>Asclepias curassavica</i>	"flor de seda"
2	APOCYNACEAE	<i>Cathartanthus roseus</i>	"chavelita"
3		<i>Roestelia mollis</i>	"bejuco"
4	ASTERACEAE	<i>Rhizoglossa peruviana</i>	"girasolito"
5	BORAGINACEAE	<i>Cordia lutea</i>	"overo"
6	CAPPARACEAE	<i>Beautempsia avicennifolia</i>	"guayabito de gentil"
7		<i>Cleome spinosa</i>	"barbas de chivo"
8	CONVOLVULACEAE	<i>Ipomoea crassifolia</i>	"enredadera"
9	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	"cerezo silvestre"
10	EUPHORBIACEAE	<i>Ricinus communis</i>	"higuera" "tártago"
11		<i>Caesalpinia decapetala</i>	"uña de gato"
12		<i>Caesalpinia pulcherrima</i>	"panciana" "penacho"
13		<i>Leucaena leucocephala</i>	"yacavisco"
14	FABACEAE	<i>Pithecellobium multiflorum</i>	"angolo"
15		<i>Pithecellobium dulce</i>	"chahuiso"
16		<i>Prosopis pallida</i>	"algarrobo"
17		<i>Senecio bicapsularis</i>	"seña"
18		<i>Senecio pistaciifolia</i>	"seña"
19	MELIACEAE	<i>Melia azedarach</i>	"paraiso"
20	NYCTAGINACEAE	<i>Bougainvillea peruviana</i>	"papelillo"
21	PLANTAGINACEAE	<i>Golvasia fruticosa</i>	"cui cui"
22		<i>Datura innoxia</i>	"mata perro"
23	SOLANACEAE	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	
24	TAMARICACEAE	<i>Tamarix aphylla</i>	"tamarix"
25	VERBENACEAE	<i>Lantana camara</i>	"hierba de la maestranza"
26		<i>Lippia alba</i>	"mascante"

Las plantas utilizadas como cercos vivos fueron 18 especies, pertenecientes a 15 géneros y 8 familias (Tabla 11). La mayoría de estas plantas poseen espinas como, para dar seguridad de que no se pueda ingresar a determinados terrenos cercados, pero algunas plantas las utilizan solo para linderos de los terrenos de cultivo como *Jatropha curcas* “piñón” no posee espinas.

Tabla 11: Plantas utilizadas como cercos vivos por los pobladores aledaños del monte ribereño del río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	BORAGINACEAE	<i>Cordia lutea</i>	"overo"
2	CAPPARACEAE	<i>Beautempsia avicennifolia</i>	"guayabito de gentil"
3		<i>Capparis cordata</i>	"vichaya"
4	EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha curcas</i>	"piñón blanco"
5		<i>Acacia macracantha</i>	"faique"
6		<i>Acacia huarango</i>	"huarango"
7		<i>Acacia nilotica</i>	"faiquillo"
8		<i>Acacia sp.</i>	"faique"
9	FABACEAE	<i>Caesalpinia decapetala</i>	"uña de gato"
10		<i>Parkinsonia praecox</i>	"palo verde"
11		<i>Mimosa pallida</i>	"uña de gato"
12		<i>Parkinsonia aculeata</i>	"azote de cristo"
13		<i>Prosopis pallida</i>	"algarrobo"
14	MALVACEAE	<i>Byttneria hirsuta</i>	"uña de gato"
15	POACEAE	<i>Guadua angustifolia</i>	"guayaquil"
16		<i>Gynerium sagittatum</i>	"caña brava"
17	SOLANACEAE	<i>Solanum elaeagnifolium</i>	"palo negro"
18	TAMARICACEAE	<i>Tamarix aphylla</i>	"tamarix"

En lo referente a las plantas con utilidad para sahumeros, se tienen a dos especies pertenecientes dos géneros y dos familias (Tabla 12). Los tallos secos de *Loxopterygium huasango* y *Capparicordis crotonoides* son utilizadas como sahumero por los pobladores de las zonas para espantar los zancudos.

Tabla 12: Plantas utilizadas como sahumeros por los pobladores aledaños del monte ribereño del río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
1	ANACARDIACEAE	<i>Loxopterygium huasango</i>	"hualtaco"
2	CAPPARACEAE	<i>Capparicordis crotonoides</i>	"vichayo"

Con respecto a las plantas que tienen otras utilidades se han registrado 11 especies, pertenecientes a 11 géneros y 7 familias (Tabla 13).

Dentro de este grupo tenemos a *Parkinsonia praecox* "palo verde", *Parkinsonia aculeata* "azote de Cristo" y *Colicodendron scabridum* "sapote". La resina es muy utilizada para adosarle en el pezón de la ubre de la vaca o cabra, se coloca un palito al pezón y se le envuelve con una tela larga, así se aseguraría que la cría no se alimentara de la madre, cuando ya no se crea necesario. La hojarasca (hojas secas) del "algarrobo" *Prosopis pallida* es utilizada como abono orgánico para plantas cultivables.

Tabla 13: Plantas con otras utilidades por los pobladores del monte ribereño del río Chira.

N°	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Utilidades
1	APOCYNACEAE	<i>Sarcostemma dambeyanum</i>	"bejuco"	Los tallos para hacer sogas o amarras
2	CACTACEAE	<i>Acrotaceus cactosiphilicus</i>	"cardo"	Ácido del agua
3	CAPPARACEAE	<i>Colicodendron scabridum</i>	"sapote"	Potencial melífero para enjambres artificiales Resina como pegamento
4	FABACEAE	<i>Acacia macrocartha</i>	"faique"	Macerados como ambientador Resina como pegamento
5		<i>Parkinsonia praecox</i>	"palo verde"	Resina como pegamento
6		<i>Parkinsonia aculeata</i>	"azote de Cristo"	resina como pegamento
7		<i>Prosopis pallida</i>	"algarrobo"	La hojarasca (hojas secas) como abono
8	MUNTINGIACEAE	<i>Muntingia calabura</i>	"cerezo silvestre"	La corteza verde trenzada sirve para sogas o amarras
9	SOLANACEAE	<i>Datura innoxia</i>	"mata perro"	Plaguicida
10		<i>Solanum pimpinellifolium</i>	"tomatillo"	El fruto para pescar
11	VERBENACEAE	<i>Lippia alba</i>	"mastrante"	Baños de florecimiento y sustancias para la hechicería

#### IV. DISCUSIÓN

En el estudio del bosque "Piedra del Toro", Ticona (2007) reporta la mayor cantidad de especies útiles para la familia Fabaceae. Mientras que en el estudio de Diversidad Alfa de la vegetación y uso potencial del bosque seco de Lancones realizado por Suárez (2008) indica que las familias Fabaceae, Bignoniaceae y Scrophulariaceae son las más numerosas en especies con utilidades, también Ambulay (2006) en el estudio de Etnobotánica en las comunidades campesinas Cuyas – Cuchayo, Joras y Suyupampa del bosque de Cuyas, Ayabaca; indica que las familias con especies útiles más numerosas fueron Asteraceae, Solanaceae y Fabaceae. En este estudio realizado en los centros poblados aledaños al

monte ribereño, la familia con mayor cantidad de especies útiles fue Fabaceae, coincidiendo con Ticona (2007) y Suarez (2008), seguido de la familia Asteraceae y Solanaceae; estas tres familias también fueron registradas como las más abundantes para Ambulay (2006), pero en diferente orden, esto se debe a que este estudio se realizó en un bosque húmedo a diferencia de la presente investigación que se realizó en el monte ribereño de río Chira, siendo bosque seco.

En el bosque "Piedra del Toro" – Morropón, se realizó un estudio etnobotánico registraron 13 categorías de uso, las categorías con el mayor número de especies fueron: forraje (33), medicinales (20), construcción rural (19) y combustible (15), Ticona (2007). Además, Suárez (2008) en su estudio de diversidad alfa y el uso potencial del bosque seco de Lancones registra 12 categorías de uso siendo las más numerosas las medicinales (22), forrajeras (14), construcción (10) y combustible (7). En la investigación de las especies etnobotánicas del monte ribereño se obtuvieron sólo 11 categorías de utilidad de la mayoría coinciden con los estudios mencionados. La categoría de utilidad de forraje es la que presenta la mayor cantidad de especies vegetales, tanto para esta investigación como para el estudio realizado por Ticona (2007), difiriendo con el estudio de Suárez (2008), en el cual presenta que las plantas medicinales son las que tienen la mayor cantidad de especies vegetales, esto se debe, a la poca atención y acceso a los centros de salud que existen en los centros poblados de Lancones, viéndose obligados a los pobladores, aprender de sus familiares sobre el uso medicinal de las plantas. En esta investigación las plantas forrajeras, medicinales, ornamentales y las de construcción, fueron las categorías más sobresalientes, a diferencia de la categoría ornamental que no la mencionan en el estudio de Piedra del Toro ni en Lancones como una de las más abundantes, debido a que las semillas o algún órgano de la planta haya sido trasladado por el cauce del río, hacia otro lugar y por otros factores bióticos y abióticos.

En el estudio etnobotánico de Piedra del Toro se determinó 02 especies con el mayor número de utilidades, el "sapote" obtuvo 08 categorías de uso; como alimenticia, forrajera, sombra, madera, para artesanías, leña, fabricación de herramientas, en construcciones y de manera industrial, seguida por el "algarrobo" con 07 categorías de uso; como alimenticia, forrajera, como sombra, medicina natural, leña, en construcción y de manera industrial Ticona (2007). En el presente estudio 5 especies vegetales fueron las que presentaron mayor número de utilidad, como el *Prosopis pallida* y *Acacia*

macracantha, que obtuvieron 09 y 08 categorías de uso, seguido de, *Colicodendron scabridum*, *Cordia lutea* y *Salix humboldtiana* con 06 categorías cada una coincidiendo con las dos especies mencionadas por Ticona (2007).

De las familias con especies medicinales más numerosas registradas en esta investigación se tiene a las Fabaceae (08), Asteraceae (05) y Verbenaceae (04). También las utilidades más comunes fueron para trastornos digestivos y hepatobiliares, seguidos de los dermatológicos y afecciones renales, urinarias, respiratorias. Las formas más comunes de preparación incluyen infusión, decocción, cocimiento y emplasto; coincidiendo con Beyra (2004). A parte del agua que es el más común, se han usado diversos excipientes para las preparaciones de las plantas, como el aceite vegetal comestible, alcohol, miel de abeja, zumo de limón, grasa de iguana y grasa de otro animal, concordando con la mayoría de excipientes en el estudio de (Beyra, 2004).

Entre la Longitud 4° desde Miramar hasta Alamor, en el tramo desde la represa de Poechos hasta la frontera con Ecuador, se extrae mucho la madera, ya sea para venderla como leña o como carbón, mientras que desde Sojo hasta Amotape se utilizan grandes cantidades de leña para los hornos de ladrillos que algunos pobladores poseen. La especie más explotada con estos fines es el “algarrobo” *Prosopis pallida* y los “faiques”. En cuanto a construcción, el “algarrobo”, “faique” *Acacia macracantha* “huarango” *Acacia huarango*, “charan” *Caesalpinia paipai*, “ceibo”, “hualtaco”, “sapote”, “vichayo” y “guayabito de gentil”; son utilizados por los pobladores para construir quinchas, vigas y horcones porque su madera es resistente tanto para las lluvias y para las inclemencias del tiempo, también contra los insectos como las polillas. Además, los frutos y hojas de estas especies constituyen gran forraje, de las cuales el ganado vacuno, caprino y ovino se alimentan, siendo el fruto del algarrobo una especie cumbre en la alimentación del ganado y consumido por el hombre por sus grandes propiedades como reconstituyente y energizante, ya sea en su preparación como algarrobina, “yupisin”, tónico o como sucedáneo del café se usa la “algarroba” (legumbres del algarrobo). Asimismo, la hojarasca (hojas secas) del “algarrobo” y de otras plantas de los algarrobales son utilizadas como abono para plantas cultivables. La raíz del “algarrobo”, el tallo del “sauce” son utilizadas para hacer mangos (cabos) para hachas, palanas, picos entre otras herramientas.

El “sapote” *Colicodendron scabridum* es muy utilizado en lo artesanal Sánchez (1994). Su madera

es fácil de tallar con la cual se confecciona una serie de objetos de adornos y utensilios (platos, cucharas, tenedores, cucharones, maceteros, etc.). En la corteza donde es afectada por insectos se produce goma, la que es utilizada como pegamento Fernández (2007). El “sapote” es una especie muy apreciada por los artesanos de las zonas, los cuales la venden como madera pre tallada a los artesanos del bajo Piura, quienes les dan acabados de cucharas, tablas para picar, morteros, platos, cucharones etc., que las amas de casa y los cocineros de los restaurantes prefieren, porque según ellos, esta madera le da un toque de sabor a las comidas. La goma del sapote es utilizada para manualidades de los escolares y para ponerle en la teta de las cabras o vacas, para esto se le coloca un pedazo de tela (tira), sosteniendo un pequeño palito, estos son pegados con la goma del sapote en la tetilla cuando ya no crea necesario que las crías se alimenten y así poder obtener leche para la venta o para hacer quesos.

Arundo donax “carrizo” es una especie que se utiliza mucho en la confección de esteras en las localidades de Jibito, Sojo, La Huaca y Amotape por los artesanos de estas zonas, las cuales son muy comercializadas en la región, sin desmerecer la elaboración de cestos y canastas. En lo que se refiere a *Guadua angustifolia* “guayaquil”, este se emplea para hacer vigas, que sostienen el techo de la vivienda y en forma artesanal para hacer sillas, mesas y cercos en las viviendas de Marcavelica.

En el caso del “sauce” *Salix humboldtiana*, es utilizado para cajonería y en forma artesanal; con el “pájaro bobo” *Tessaria integrifolia* se hacen varas para cercos Sánchez (1994) y con las hojas de la “totora” *Typha angustifolia* se elaboran gran variedad de artesanías, para la construcción de techos, arreglos florales, confección de petates, cestos, esteros, además se emplean como forraje Bonilla (2012). En nuestro estudio, en la mayor parte del monte ribereño se encuentra “el sauce” *Salix humboldtiana*, su madera es utilizada para hacer cajas para fruta, sillones para acémilas entre otras cosas; con el “pájaro bobo” *Tessaria integrifolia* se hacen varas para cercos. Por otro lado, tenemos a “la totora” *Typha angustifolia*, sus hojas se utilizan mucho en la construcción de techos y en la confección de petates que se venden en los mercados de la región. Además, es muy útil como forraje.

Se da la explotación de los manglares cuando forman árboles y/o arbustos para beneficiar su madera como leña y en construcciones, también se aprovecha la corteza para obtener taninos Mostacero (2007). En el caserío de San Luis y la Bocana las personas emplean los tallos de “mangle” *Avicennia germinans* cuando

ya se han secado naturalmente, para cocinar sus alimentos y también se utiliza la resina como medicina tradicional para curar las hemorroides.

### V. CONCLUSIONES

Se reportan 129 especies etnobotánicas utilizadas por los habitantes del monte ribereño en el río Chira, pertenecientes a 105 géneros y 36 familias.

Se dan a conocer 11 categorías de uso: forraje (67), medicinales (64), ornamentales (26), construcción (24), cercos vivos (18), combustible (17), artesanales (12), otras utilidades (11), alimentación (04), herramientas (03) y sahumeros (02).

Las especies que presentaron mayores utilidades fueron: *Prosopis pallida*, *Acacia macracantha*, *Colicodendron scabridum*, *Cordia lutea* y *Salix humboldtiana*.

### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ambulay, I. (2006). Etnobotánica en las comunidades campesinas Cuyas – Cuchayo, Joras y Suyopampa del bosque de Cuyas, Ayabaca [Tesis para optar el título de Biólogo]. Escuela profesional de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Piura. Piura – Perú.
- ASPPREBOS, (2006). Proyecto “Manejo sostenible en el Bosque Seco de algarrobo en el caserío de Progreso Bajo, II Etapa, Tambogrande - Piura” programa de pequeñas donaciones manejo de bosques: morfología y fenología del algarrobo. Recuperado de: <http://www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/703/1/BVCI000071.pdf>
- Beyra, A. (2004). Estudios etnobotánicos sobre plantas medicinales en la provincia de Camagüey. Instituto Superior de Ciencias Médicas de Camagüey, Anales del Jardín Botánico de Madrid-España. 61(2) Camagüey – Cuba. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/556/55661207.pdf>
- Bonilla, J. (2012). Flora del bajo y de regiones adyacentes. Fascículo 176. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Centro de Investigaciones Biológicas, Departamento de Biología Vegetal, Laboratorio de Hidrobotánica, México. Recuperado de: <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Typhaceae176.pdf>
- Bracko, L.; & Zarucchi, J. (1993). Catálogo de las plantas con flores y gimnospermas del Perú. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Vol. 45.
- Burghardt, A.; Brizada, M.; Mon, P.; Alban, L. & Palacios, R. (2010). Análisis numérico de las especies de *Prosopis* L. (Fabaceae) de las costas de Perú y Ecuador. Revista Peruana de Biología Universidad Nacional Mayor de San Marcos Vol. 17 (3): 317-323pag. Lima Perú. Recuperado de: [http://issuu.com/leonardo.editor/docs/rpb\\_v17n1-machote-vf](http://issuu.com/leonardo.editor/docs/rpb_v17n1-machote-vf)
- Charcape, M.; Palacios, C. & Mostacero, J. (2010). Plantas medicinales nativas de la región Piura. Editorial JDE & SERVICE. Piura -Perú.
- CESEL Ingenieros, (2011). Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Reforzamiento del Sistema Norte con un Segundo Circuito de Transmisión 220 Kv entre Talara y Piura.
- Consorcio ATA – UNP - UNL. (2003). “Caracterización hídrica y adecuación entre la oferta y la demanda en el ámbito de la cuenca binacional Catamayo-Chira”. Volumen III. Estudios básicos. Tomo 3.6. Estudio de caudales ecológicos. Loja–Piura. 2003.
- Fernández, A.; Rodríguez, E. (2007). Etnobotánica del Perú Pre-hispánico. Edic. Herbarium Truxillensis, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo–Perú.
- Guerra, E. (2010). Componentes biológicos del proceso de ZEE para el ordenamiento territorial en la región Piura. Memoria descriptiva para las zonas de vida, pisos altitudinales y biodiversidad en la región Piura. Versión final. Gobierno regional de Piura–Perú.
- INCLAM (2012). Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca Chira–Piura. Caracterización biológica y medioambiental. Anexo 7. Piura-Perú. Recuperado de: <http://www.ana.gob.pe:8088/media/23145/07%20a%20biotica%20piura->

- chira-v10.pdf
- López, A. (1994). Etnobotánica en el norte del Perú. Universidad Antenor Orrego de Trujillo. (Profesor emérito U.N.T). Arnaldoa Revista del Herbario HAO. Vol II. N° 01. Trujillo – Perú. Recuperado de: <https://archive.org/stream/mobot31753002350772#page/65/mode/2up>
- Martínez, D. (1996). Etnobotánica (materia optativa). Universidad Autónoma de Puebla. Escuela de Biología. Puebla – México.
- Mostacero, J.; Mejía, F.; Zelada, W. & Medina, C. (2007). Biogeografía del Perú. Editorial Asamblea Nacional de Rectores (ANR). Lima - Perú.
- Mostacero, J.; Mejía, F. & Gamarra O. (2009). Taxonomía de las Fanerógamas útiles del Perú. CONCYTEC. Trujillo – Perú.
- Mostacero, J.; Mejía F.; Charcape, M. & Palacios, C. (2011). Plantas medicinales del Perú. Editorial Asamblea Nacional de Rectores (ANR). Trujillo - Perú.
- Mostacero, J.; Mejía, F.; Peláez, F.; Charcape, M. (1998). Especies maderables nativas del Norte del Perú. Universidad Nacional de Trujillo. Revista REBIOL. Vol. 16 N° 01 y 02. Pp. 67-68. Trujillo – Perú.
- NCI, (2013). Caracterización biofísica de la cuenca alta del río Quiroz. Recuperado de: [http://issuu.com/fondoquiroz/docs/informe\\_de\\_caracterizacion\\_biofisic](http://issuu.com/fondoquiroz/docs/informe_de_caracterizacion_biofisic)
- Otovo, J. (2010). Memoria descriptiva. Estudio de cobertura vegetal. Región Piura. Versión Final. Piura – Perú.
- Randel, D. (2003). The Harvard Dictionary of the Science. Edit. Harvard University Press. Cambridge – England.
- Sagástegui, A. (1991). Universidad Antenor Orrego de Trujillo. Arnaldoa Revista del Herbario HAO. Vol I. N° 02. Trujillo – Perú. Recuperado de: <https://archive.org/stream/mobot31753002350772#page/n75/mode/2up>
- Sagástegui, A.; Dillon, M.; Sánchez, I.; Leiva, E. & Lezama, P. (1999). Diversidad Florística del Norte del Perú. Tomo I. Perú. Universidad Privada Antenor Orrego. Edit. Graficar, Trujillo.
- Sagástegui, A. (1978). Manual de malezas en el Perú comunes en caña de azúcar. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo - Perú.
- Sánchez, I. (2007). Estudio florístico ambiental del bosque relicto Mijal en la provincia de Morropón, Piura. Universidad Antenor Orrego de Trujillo. (U.N.C). Arnaldoa Revista del Herbario HAO. Vol 14. N° 1. Trujillo – Perú. Recuperado de: <https://archive.org/stream/mobot31753003494652#page/267/mode/2u>
- Sánchez, I. (1994). Recursos vegetales y desarrollo en el norte del Perú. (U.N.C). Universidad Antenor Orrego de Trujillo. Arnaldoa Revista del Herbario HAO. Vol II. N° 01. Trujillo – Perú. Recuperado de: <https://archive.org/stream/mobot31753002350772#page/155/mode/2up>
- Santa Cruz, L. (2011). Flora de espermatofitas del distrito de Pulan, Santa Cruz – Cajamarca. [Tesis para optar el grado académico de Magister]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Suárez, S. (2008). Diversidad alfa de la vegetación y uso potencial del bosque seco de Lancones. Marzo – Agosto [Tesis para optar el título de Biólogo]. Escuela profesional de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Piura. Piura - Perú.
- Ticona, J. (2007). Etnobotánica de las especies forestales del bosque “Piedra del Toro” Morropón [Tesis para optar el título de Biólogo]. Escuela profesional de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Piura. Piura - Perú.
- The Field Museum, 2015 Chicago. [Citado el 18 de abril 2015]. Recuperado de: <http://fm1.fieldmuseum.org/vrrc/>
- Troncos, G.; Sosa, M.; Ugaz, A. & Mostacero, J. (2004). Evaluación preliminar de la composición florística de la provincia de Sullana – Dpto. de Piura. X Congreso Nacional de Botánica. Pp. 139. Trujillo – Perú.
- Trópicos Home, 2015. Missouri Botanical Garden. [Citado el 18 de enero 2015].

R e c u p e r a d o            d e :  
<http://www.tropicos.org/>

Villegas, P. (2009). Fisonomía del monte Ribereño de la Subcuenca Quiroz (rio Aranza Ayabaca, Quebrada Chames, Pacaypampa) Ayabaca [Tesis para optar el título de Biólogo]. Escuela profesional de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Piura, Piura – Perú.

## Parámetros óptimos de tratamiento alcalino para la extracción de aislado proteico de tarwi (*Lupinus mutabilis*)

### Optimum alkaline treatment parameters for the extraction of tarwi protein isolate (*Lupinus mutabilis*)

Wilson Urrutia Gutierrez<sup>1\*</sup>, Luis Paredes Quiroz<sup>2</sup>, Dagnith Liz Bejarano Luján<sup>3</sup>

#### RESUMEN

El objetivo del estudio fue optimizar los parámetros de extracción proteica en medio alcalino, usando harina deslupinizada y parcialmente desgrasada de tarwi (*Lupinus mutabilis*). Se utilizó la metodología de Superficie de Respuestas (SR), bajo el Diseño Compuesto Central Rotable (DCCR). En la optimización (Screening) se determinó los factores más influyentes, pH (PE), relación harina:solvente (CH) y temperatura de extracción (TE), posteriormente en el escalamiento se evaluó 5 niveles por cada factor mediante un diseño completo al azar con la finalidad de obtener 2 niveles por factor y ver la significancia. Las regiones óptimas fueron PE de 8,5 a 10,5, CH de 1:23 a 1:33 y TE de 36 a 48 °C, con valores óptimos para cada factor (PE=9,3, CH=1:28, TE=43 °C). La materia prima presentó 43,31% y 16,83% de contenido de proteínas y grasa, respectivamente; mientras que la harina deslupinizada y semi-desgrasada 49,87 y 3,23%. El aislado obtenido en base a sus parámetros óptimos mostró valores para humedad, grasa, proteína, ceniza, fibra y carbohidratos de 4,87; 0,61; 92,83; 1,48; 0,39, y 1,12% respectivamente. El rendimiento fue relativamente bajo (35%). Concluyendo que la optimización de los parámetros de tratamiento alcalino, permitió la obtención de un aislado con más de 90% de proteína.

**Palabras clave:** *Lupinus mutabilis*, tratamiento alcalino, aislado proteico, metodología de superficie de respuesta.

#### ABSTRACT

The objective of the study was to optimize the parameters of protein extraction in alkaline medium, using tarwi flour partially defatted and deslupinizada (*Lupinus mutabilis*). The Response Surface Methodology (SR) was used, under the Central Composite Rotatable Design (DCCR). In the optimization (Screening) the most influential factors were determined, pH (PE), flour: solvent ratio (CH) and the extraction temperature (TE), later in the scaling 5 levels were evaluated for each factor using a completely random design in order to get 2 levels per factor and see the significance. The optimal regions were PE from 8.5 to 10.5, CH from 1:23 to 1:33 and TE from 36 to 48 °C, with optimal values for each factor (PE = 9.3, CH = 1:28, TE = 43 °C). The raw materials presented 43.31 and 16.83 of protein and fat content, respectively; while the flour deslupinizada and partially defatted 49.87 and 3.23%. The isolate obtained based on optimal parameters showed values for moisture, fat, protein, ash, fiber and carbohydrates of 4.87, 0.61, 92.83, 1.48, 0.39, and 1.12% respectively. The yield was relatively low (35%). Concluding that the optimization of the parameters of alkaline treatment, allowed obtaining an isolate with more than 90% protein.

**Keywords:** *Lupinus mutabilis*, alkaline treatment, protein isolate, response surface methodology.

<sup>1,2,3</sup> Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial  
\*Q.E.P.D

## I. INTRODUCCIÓN

El tarwi (*Lupinus mutabilis*), es una leguminosa utilizada como alimento desde los tiempos incaicos, se caracteriza por contener altos porcentajes de proteína y grasa, fijar nitrógeno atmosférico en el suelo, tener sabor amargo debido al contenido de alcaloides y ser adaptable a diversidades climáticas con mínimas exigencias del suelo (Berghout et al., 2014). Sin embargo, el uso del tarwi como alimento está en decadencia, desconociéndose las potencialidades y posibilidades tecnológicas que ofrece esta leguminosa. A pesar que en la actualidad existen varios problemas de desnutrición y malnutrición, deficiencia proteica en los alimentos, elevado crecimiento demográfico, escasez y alto costo de las fuentes proteicas de origen animal. Esta problemática demanda producir fuentes proteicas de origen vegetal que sean económicas y accesibles, una alternativa es la producción de aislado proteico a partir de tarwi, para lo cual se requiere conocer los parámetros de obtención. El objetivo principal de esta investigación fue determinar los niveles óptimos de los parámetros de tratamiento alcalino que permita extraer aislados proteicos ricos en proteína, determinándose niveles de los factores en que la solubilidad proteica fuera mayor, evaluándose efectos individuales e interacciones; ubicando regiones óptimas para cada factor que permita solubilizar y recuperar la mayoría de las proteínas y finalmente realizar el análisis químico.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. Materia prima

La muestra de tarwi (*Lupinus mutabilis*), utilizada para la investigación fue recolectada del centro poblado de Chaupiorcco, distrito de Santa María de Chicmo, provincia de Andahuaylas, obtenida por muestreo al azar de cultivos realizados en la fecha cronológica de siembra (octubre, noviembre). La variedad muestreada fue lupino blanco.

### 2.2. Métodos

La determinación de los componentes (humedad, grasa, proteínas, ceniza, fibra y carbohidratos) de la materia prima, se realizó en base a las normas AOAC (1998).

#### 2.2.1. Deslupinización y obtención de harina

Para la deslupinización se siguió el procedimiento de Mujica y Sven (2006). El tarwi desamargado fue deshidratado en un secador de bandejas hasta humedad 10%. Posteriormente se procedió a la molienda, utilizando un molino de martillos. Para el

desgrasado, la harina se disolvió con una solución de etanol 95% en una relación harina: solución 1:3. El análisis proximal de la harina se determinó siguiendo los métodos de la AOAC.

#### 2.2.2. Optimización del tratamiento alcalino

La optimización constó de tres etapas, screening (eliminación de las variables poco significativas), escalamiento (consistente en el acercamiento hacia la región óptima) y optimización final (obtención de región óptima y los puntos óptimos) (Ayala y Pardo, 1995).

##### 2.2.2.1. Screening

En esta etapa se buscó maximizar el porcentaje de proteínas durante el tratamiento alcalino. Se identificaron variables que fueran significativas en la solubilidad y tenor proteico del aislado, seleccionándose dos niveles por cada factor, bajo el diseño completo al azar.

pH de extracción (PE).- Se ajustó el pH de la solución según lo recomendado por Guerrero (1989) a valores 3, 5, 7, 9, 11 con HCl 0,1N y NaOH 0,1N, manteniendo constante la relación harina: solvente (1:20) y temperatura 50°C, con agitación constante durante 30 minutos.

Relación harina: solvente (CH).- Se trabajó con pH definido en el ensayo anterior (pH=9), temperatura 50°C y tiempo de extracción 30 min. Las relaciones harina: solvente analizadas fueron: 1:15, 1:20, 1:25, 1:30 y 1:35 (Guerrero, 1989 y Ventura et al., 2005).

Temperatura de extracción (TE).- El efecto de la temperatura sobre la cantidad de proteína extraída, fue determinado con temperaturas 20, 30, 40, 50 y 60°C (Guerrero, 1989 y Ventura et al., 2005), manteniéndose constante el pH de la solución del primer ensayo (pH=9), la relación harina: solvente (determinada en el ensayo anterior, CH=1:30) y el tiempo de extracción (30 minutos). Todas las soluciones de los ensayos fueron centrifugadas a 4000 rpm por 20 min y el nitrógeno solubilizado determinado por el método micro-Kjeldahl (Ferreira et al., 2007).

##### 2.2.2.2. Escalamiento

Mediante la determinación de la curvatura se evaluó si se requería realizar la etapa de escalamiento (Ayala y Pardo, 1995).

##### 2.2.2.3. Optimización final

Para el arreglo del experimento bajo el diseño compuesto central, fue tomado dos niveles por cada factor seleccionado en la etapa de Screening. El número de corridas se calculó con la siguiente

fórmula:  $N = 2k + 2k + n_0$ ;  $k$ =número de factores,  $n_0$ =número de puntos centrales

2.2.3. Obtención del aislado proteico

El aislado fue obtenido por el método estándar, solubilización alcalina (bajo los parámetros óptimos del tratamiento alcalino) y precipitación isoeléctrica (Linden y Lorient, 1996).

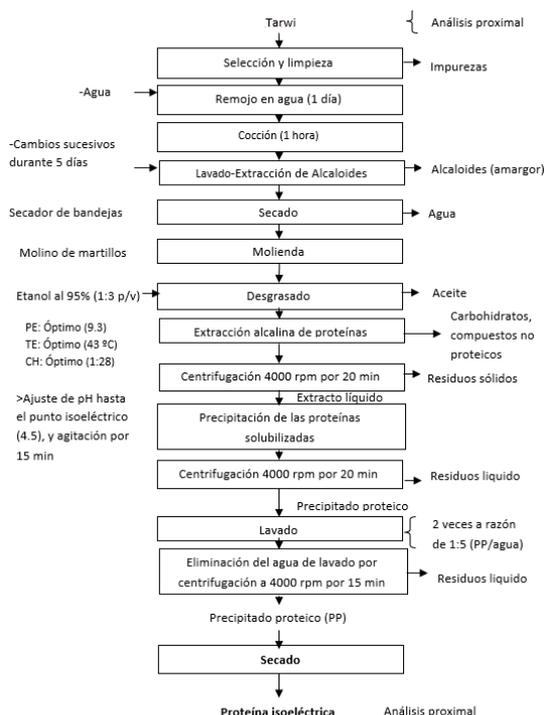


Figura 1. Diagrama de flujo general para la obtención de aislado proteico

Fuente: Ventura et al. (2005) con modificaciones.

2.2.5 Rendimiento del aislado proteico

El rendimiento del aislado proteico de tarwi fue calculado en base a la harina deslupinizada y semi-desgrasada de tarwi y la cantidad de aislado proteico obtenido al final del proceso.

2.2.6. Análisis estadístico

Se realizó el ANVA, con un nivel de confianza del 95% para determinar si existen diferencias significativas entre los distintos factores, se usó la Prueba de Duncan de Comparación de Promedios. En la etapa de escalamiento y optimización, los resultados obtenidos de pH, temperaturas y relaciones harina: solvente estudiados, fueron analizados con el programa Estadística V. 8.0 y MS-Excel.

III. PROBLEMA

¿Cuales son los niveles óptimos de los parámetros de tratamiento alcalino que permitan obtener aislados proteicos ricos en proteína?

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis proximal del grano y harina de tarwi

El análisis proximal del tarwi utilizando grano molido sin deslupinizar ni desgrasar, presentó alto contenido de proteínas, grasas y carbohidratos 43,3%, 16,8% y 21,1%, respectivamente. En tanto que la harina obtenida por molienda, deslupinizada, descascarada y desgrasada presentó 49,8% de proteína, 3,2% de lípidos y 27,9% de carbohidratos.

4.2. Optimización en la extracción alcalina

4.2.1. Screening

A. Solubilidad proteica en función al pH de extracción (PE)

La solubilidad proteica estuvo fuertemente influenciada por el pH (Figura 2).

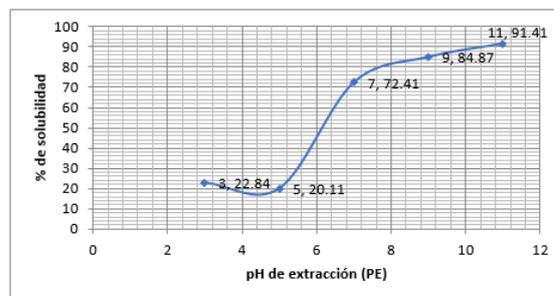


Figura 2. Curva de solubilidad de las proteínas de tarwi (evaluadas a 50 °C, harina: Solvente=1:20, tiempo de agitación=30 min).

B. Efecto de la relación harina: solvente (CH) en la solubilidad

La cantidad de harina añadida a la solución fue influyente. Se mantuvo constante el pH evaluado en el ensayo anterior (pH=9), de igual modo la temperatura y el tiempo.

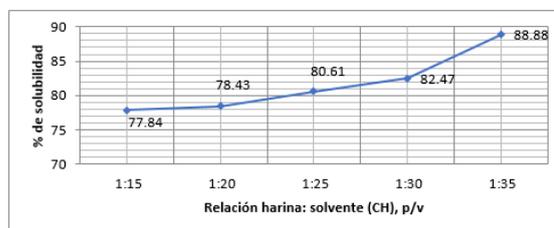


Figura 3. Curva de solubilidad de las proteínas de tarwi (evaluadas a 50°C, pH=9, tiempo de agitación=30 min.).

C. Influencia de la temperatura (TE) en la solubilidad proteica

La solubilidad proteica se incrementó a valores alrededor de 50°C.

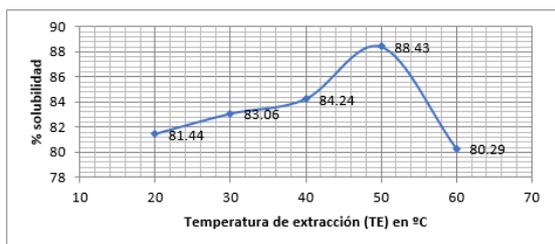


Figura 4. Curva de solubilidad de las proteínas de tarwi (evaluadas a pH=9, harina: Solvente=1:30, tiempo de agitación=30 min.).

Se evaluó las temperaturas óptimas que permitieron la mayor solubilidad, dichos valores fueron 30 y 50°C.

#### 4.1.1 Escalamiento

Debido a que el análisis de varianza en la etapa del Screening comprobó un efecto curvatura significativo, las regiones cercanas a las óptimas, según los análisis en la etapa anterior fueron pH de 8 a 11, temperatura de 30 a 50°C y relación harina: solvente de 1:20 hasta 1:35, sin embargo estos rangos fueron ajustados y optimizados en la siguiente etapa de la optimización.

#### 4.1.2 Optimización de los parámetros

Se realizó una serie de corridas bajo un diseño de superficie de respuesta (DCCR), tomando los 3 factores significativos determinados en la etapa de Screening y 2 niveles de cada uno.

Tabla 1. Valores que fueron evaluados en la optimización mediante superficie de respuestas, bajo un diseño compuesto central rotable.

Factores	Variables naturales			Variables codificadas		
	Mínimo (-1)	Medio (0)	Máximo (+1)	Mínimo	Medio	Máximo
pH (PE)	8	9.5	11	-1	0	+1
Harina: Solvente (CH)	1:20	1:27.5	1:35	-1	0	+1
Temperatura (TE)	30	40	50	-1	0	+1

El número de corridas se calculó con la siguiente fórmula, en la que k=3 y n<sub>0</sub>=3.

$$N = 2^k + 2k + n_0$$

N = 16: 8 experimentos principales, 6 puntos axiales y 2 puntos centrales.

Para la determinación de la región y puntos óptimos, se estableció gráficas optimizadas mediante superficie de respuestas del diseño compuesto central.

#### A. Superficie de respuesta para % de proteínas en función al PE y CH evaluados a 40°C

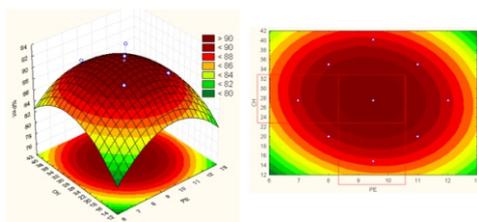


Figura 5. Superficie de respuesta tridimensional y vista superior, PE y CH

Modelo matemático (Cuando Z=40):

$$\%Prot = -12.028 + 10.588X - 0.476X^2 + 1.479Y - 0.023XY - 0.0244ZX + 0.00058ZY + 37.33$$

#### B. Superficie de respuesta para % de proteínas en función al PE y TE evaluados a CH=27.5

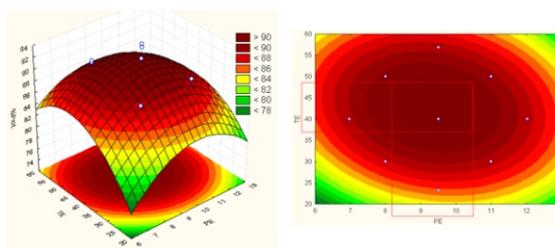


Figura 6. Superficie de respuesta tridimensional y vista superior, TE vs PE

Modelo matemático (Cuando Y=27.5):

$$\%Prot = -12.028 + 10.58X - 0.477X^2 + 1.567Z - 0.0158Z^2 - 0.0223XY - 0.024XZ + 0.00058YZ + 23.24$$

#### C. Superficie de respuesta para % de proteínas en función TE y CH evaluados a PE=9.5

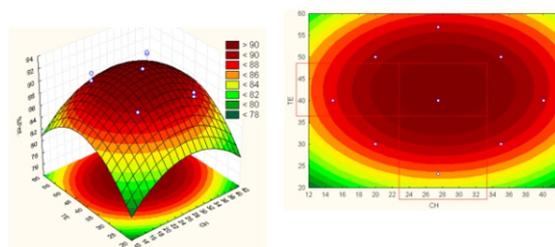


Figura 7. Superficie de respuesta tridimensional y vista superior, TE vs CH

Modelo matemático (Cuando X=9.5):

$$\%Prot = -12.028 + 1.479Y - 0.023Y^2 + 1.567Z - 0.0158Z^2 - 0.0223XY - 0.024XZ + 0.00058YZ + 57.55$$

De las figuras anteriores se observó que existió una región óptima de los factores evaluados. Sin embargo se ha obtenido el punto óptimo para dichos factores (etapa de la Optimización final), los cuales se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores óptimos de los factores evaluados

Factor	Mínimo evaluado	Mínimo óptimo	Valor óptimo	Máximo óptimo	Máximo evaluado
PE: pH de extracción	6.97	8.5	9.34	10.5	12.02
CH: Cantidad de harina, expresado en relación harina: solvente	14.88	23	28.12	33	40.11
TE: Temperatura de extracción °C	23.18	30	42.78	48	56.82

#### 4.3 Análisis proximal y rendimiento del aislado proteico

El aislado proteico en base a los parámetros evaluados, analizados y optimizados en los ensayos anteriores, presentó 92,8% de proteína, 0,6% de grasa y 1,1% de carbohidratos. El rendimiento del aislado proteico de tarwi fue 35%, lo cual es ligeramente bajo en comparación al aislado obtenido a partir de soya.

#### V. DISCUSIÓN

El contenido proteico y lipídico obtenido para el tarwi, fue similar al estudio realizado por Babaoúlu (2000), 45% y 16%, respectivamente y superior en comparación de la soya, 36% de proteína y 18% de grasa. La harina deslupinizada y semi- desgrasada presento aproximadamente 50% de proteínas y bajo contenido en lípidos, no difiriendo significativamente

de los reportados por otros investigadores. El tarwi tiene un alto contenido de proteínas que comprende de 35 a 50%, mientras en la harina desgrasada y sin alcaloides el contenido de proteínas es elevado, 47-64% (León y Rosell, 2007). Por otro lado Rodríguez (1981) encontró para harina de tarwi parcialmente desgrasada una humedad, grasa y proteína de 11.5, 2.8 y 48.3% respectivamente. Según la norma del CODEX para productos proteínicos de soya, es considerado aislado proteico cuando el porcentaje de proteínas en base seca es superior al 90%, no obstante en esta investigación se ha encontrado que el contenido de proteínas fue 92.8% que cumple con la especificación. Sin embargo el análisis proximal del aislado proteico obtenido a partir de harina desengrasada de girasol, mediante extracción alcalina y precipitación isoelectrica fue 97% (Villanueva et al., 1999), dato similar fue encontrado por Pedroche et al., (2004), quienes determinaron que el contenido de proteínas fue 95% obtenido en condiciones similares y bajo el mismo método. Así mismo Rodríguez, (1981) evaluó los parámetros de extracción para lupino blanco, obteniendo similares resultados al presente estudio, 92% de proteínas en el aislado proteico. Así mismo, Lqari et al. (2001) usaron los siguientes parámetros pH=12, 50°C y relación materia prima: solvente, 1:10 en la extracción alcalina para la obtención de aislado proteico de *Lupinus angustifolius*, encontraron que el contenido de proteínas fue 93.7% por lo que los niveles de los factores usados fueron considerados como óptimos. En el proceso de extracción y precipitación isoelectrica se generan pérdidas mínimas de proteína, también en el proceso de deslupinizado se pierde una fracción proteica (en especial en la operación del tratamiento térmico y lavado), al igual que su capacidad de renaturalización por lo que no es posible su recuperación mediante la precipitación isoelectrica. Sin embargo Bejarano (2010), realizó la extracción alcalina a 50°C no reportando efectos negativos en la proteína extraída. Rodríguez, (1981), encontró los rendimientos en la obtención de aislado proteico de lupino, siendo ésta de 31% a nivel laboratorio y de 28.4% a nivel planta piloto, estos valores son inferiores a los datos obtenidos en ésta investigación, el cual evidencia que optimizar los parámetros incrementa significativamente los rendimientos. Es posible alcanzar mayores rendimientos, sin embargo se debe utilizar equipos adecuados y de mayor capacidad evitando de esta manera el número de extracciones.

## VI. CONCLUSIONES

La optimización de los factores de tratamiento alcalino permitió la obtención de un aislado proteico

con alto tenor de proteína (superior al 90%). Los niveles fueron optimizados mediante un diseño compuesto central, obteniéndose valores óptimos para cada factor (PE=9.3, CH=28 y TE=43 °C).

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1998. Official Methods of Analysis 16th. Edition. Association of Analytical Chemistry, Arlington, Washington D.C.
- Ayala Mina Jorge y Pardo Mercado Richard. 1995. Optimización por diseños experimentales. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONCYTEC. Lima-Perú.
- Bejarano Luján Dagnith L. 2010. Effect of alternative processes on the yield and physicochemical characterization of protein concentrates from *Amaranthus cruentus*. LWT-Food Science and Technology 43: 736-743
- Berghout, J.A.M.; Venema, R.M.; Van der Goot, A.J. 2015. Comparing functional properties of concentrated protein isolates with freeze-dried protein isolates from lupin seeds. Food Hydrocolloids 51: 346-354.
- Guerrero, D. 1989. Obtención de un aislado proteico a partir de germen de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) desgrasado. Tesis para optar el grado académico de Ingeniero en Industrias Alimentarias. UNALM. Perú.
- Ferreira J. C., Kuskoski E. M., Bordignon M. T. y Barrera A. D. 2007. Propiedades emulsificantes y espumantes de las proteínas de harina de cacahuate (*Arachis hypogaea* Lineau). Universidade Federal de Santa Catarina. Campinas-Brasil.
- Linden Guy y Lorient Denis. 1996. Bioquímica Agroindustrial. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
- Ventura Chuquiere Mabel, Elías P. Carlos y Salvá R. Bettit. 2005. Obtención de aislado proteico a partir de nuez de marañón. Departamento de Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios- UNALM. Lima-Perú.

## Zooplankton marino en el sector Puerto Morin y Magdalena de Cao, La Libertad, 2017

### I. INTRODUCCIÓN

Los organismos que se encuentran flotando en la columna de agua, provistos de una locomoción lenta, recibe el nombre de plancton animal o zooplankton; los cuales pueden ser consumidores primarios, secundarios, y por la forma de alimentarse pueden ser herbívoros o siendo carnívoros, como también son presas de especies de necton. (Cifuentes, et al., 1987; Guzmán & Carrasco, 1996).

Los organismos zooplanktónicos poseen ciclos de vida cortos, esta característica les hace responder de manera rápida a cambios ambientales, que los lleva a actuar como sensores del efecto de perturbaciones naturales o de origen antropogénico (Escribano et al, 2016).

El zooplankton es una parte importante para los primeros estadios de diferentes especies ícticas; como es el caso de la merluza, de los cuales presenta preferencia en su dieta alimentaria por los eufásidos (Arones & Ayón, 1997), igualmente la anchoveta y sardina por los copépodos, especialmente las especies *Paracalanus parvus* y *Calanus chilensis*, se puede señalar que la riqueza de zooplankton determina la abundancia de estos recursos (Escribano, et al).

El ambiente marino frente a La Libertad presenta una característica importante propia de la zona norte del país: una amplia plataforma continental en cuyo borde costero de distinguen una serie de ensenadas de diversa magnitud distribuidas entre el sur de Chérrepe y la zona de Chao (Carbajal, et al. 2009). Generalmente los mayores volúmenes de zooplankton se presentan en la zona costera hasta Pta. Falsa (Nakazaki & Ayon, 2006), Los núcleos importantes se presentaron frente Sechura, Salaverry y Huarmey según Nakazaki & Ayón (2006), encontrándose Salaverry entre los las dos zonas e interés en la investigación Cerro Negro y Magdalena de Cao (El Brujo). Ayón, (2012) registró entre Pacasmayo y Punta Chao volúmenes de zooplankton entre los 0,5 y 40 [cm]<sup>3</sup>/muestra; mientras que en el 2002 se reportó las concentraciones de volumen más bajos con relación a los tres años anteriores oscilando entre los 0.5 y 30 mL/muestra, (Ayón, 2003). Así mismo Girón (2001) reporta volúmenes <50 mL/100 m<sup>3</sup> para las zonas de Chicama, que se encuentra cerca de la zona a monitorear El Brujo-Magdalena de Cao.

### II. MATERIAL Y MÉTODOS

El área de investigación abarcó las coordenadas de 7° 56' 31.9" S - 79° 18' 10.8" W a 7° 52' 31.9" S - 79° 23' 33.01" W (Magdalena de Cao-El Brujo) y 8° 28' 13.04" S - 78° 54' 39,79" W a 8° 24' 40.89" S a 78° 59' 20.86" W (Puerto Morín-Cerro Negro). Los muestreos se realizaron en el medio submareal de El Brujo y Puerto Morín- Cerro Negro. Las actividades de campo se llevaron a cabo desde julio hasta diciembre del 2017. Se realizaron tres salidas consecutivas por mes (dos para El Brujo y uno para Puerto Morín) durante 6 meses. Para la toma de las muestras biológicas y oceanográficas se empleó la embarcación del IMARPE “Don Paco”. Los perfiles y estaciones de muestreo se establecieron de la siguiente manera:

Cinco puntos perpendiculares a la costa con tres estaciones cada uno en la zona El Brujo (Magdalena de Cao) (Fig. 1), y cuatro puntos con tres estaciones cada uno para la zona de Puerto Morín-Cerro Negro (Fig.2). Cada estación estuvo geo-referenciada con un GPS Garmin programado al Datum WGS-84 y una Ecosonda Garmin 421S con transductor para determinar la profundidad en metros.

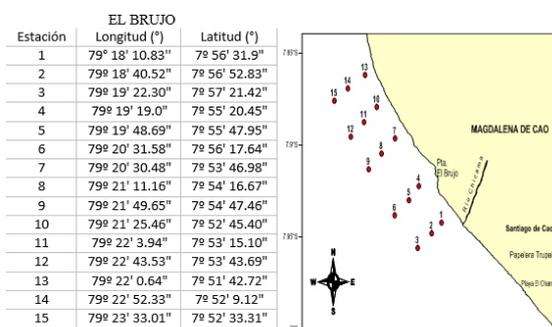


Figura 1.- Carta de estaciones de monitoreo y coordenadas de las estaciones de muestreo de El Brujo - Magdalena de Cao, 2017. Fuente IMARPE

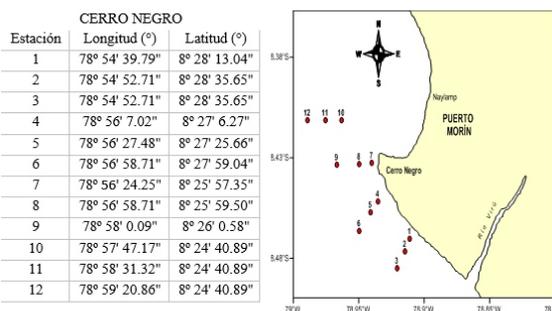


Figura 2.- Carta de estaciones de monitoreo y coordenadas de las estaciones de muestreo de Cerro Negro - Puerto Morín, 2017. Fuente IMARPE

La colección de muestras de zooplankton se obtuvo mediante arrastres verticales en cada estación de muestreo a una profundidad de 10 a 12 m dependiendo de la profundidad, utilizando una red estándar tipo Hensen de 300 μ de abertura de malla y 0,40 m de diámetro de boca. Posteriormente fueron fijadas y preservadas en formaldehído al 4% en un frasco plástico de 250 ml.



Figura 3.- A. Obtención de la muestra de zooplankton con la red Hensen. B. preservación de la muestra con formalina al 4%

**Muestreo del material biológico**

Se determinó la composición taxonómica básica, la estimación de la abundancia total y la identificación de los diferentes grupos taxonómicos del zooplankton. Mediante estiletos y una placa Bogorov, un estereoscopio (LEICA DF C540) y un microscopio compuesto (JENOPTIK ProgPes C5)

Se analizó la composición y conteo de los taxa. Para la identificación se empleó claves taxonómicas de Rose et al. (1957), Sandoval (1979), Boltovskoy (1981 y 1999), Dawson (1980), Ramírez y Zamponi (1981), Glutielmo, et al (1995, 1997), Perry (2003), Quesquén (2005), Santander et al. (1981); Shanks (2001), Telesh et al (2015). La clasificación taxonómica se realizó según la página web (WORMS 2018).

Mediante un estilete se manipularon los organismos para encontrar sus características morfológicas y así su determinación taxonómica. En cuanto a la metodología que se empleó estuvo de acuerdo al Protocolo de Análisis de zooplankton e ictioplankton marino del Instituto del Mar del Perú (IMARPE, 2015).

Las muestras totales de zooplankton estuvieron constituidas por 86 y 68 frascos en El Brujo y Cerro Negro respectivamente.



Figura 4.- A. Estereoscopio empleado para el análisis de zooplankton, B. Análisis cualitativo de zooplankton de las zonas de Cerro Negro y El Brujo de Julio a Diciembre del 2017.

**Análisis estadístico**

En cuanto al análisis cualitativo para obtener los porcentajes de Phylum, se trabajó con el número de individuos encontradas por taxón. Para la realización de las cartas de posiciones se desarrolló en SURFER v13; así como los mapas de distribución del zooplankton de realizó en el programa Arguis.

**III. RESULTADOS**

Se reportaron 80 y 86 especies de zooplankton en las zonas: “Cerro Negro y El Brujo respectivamente, compuesto por 11 Phylum, 17 clases, 36 órdenes, 57 familias y 76 géneros.

Tabla 1.- Clasificación taxonómica del zooplankton presente en las zonas de Cerro Negro y El Brujo de Julio a Diciembre del 2017

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	ESTADIO
ANNELIDA	Polychaeta	Phyllodocta	Glyceridae	<i>Glyceria</i> sp.	Juvenil
			Lopadorhynchidae	<i>Pelagoides</i> sp.	Juvenil
			Nereididae	<i>Nereis</i> sp.	Juvenil
			Styllidae	No determinada	Trofozoa
			Megaloniidae	<i>Megalonia</i> sp.	Larva
		Spionida	No determinada	Larva	
			Spionidae	<i>Polidora</i> sp.	Larva
				<i>Scoloplosia</i> sp.	Larva
				No determinado	Juvenil
				Orbitidae	No determinado
BRACHIOPODA	Lingulata	Lingulida	<i>Lingula</i> sp.	Larva	
BRIOZOA	Gymnolaemata	Chelostomata	Membraniporidae	<i>Membranipora</i> sp.	Larva
CHAETOGNATHA	Sagittoides	Aphragmophora	Sagittidae	<i>Sagitta</i> sp.	Adulto
CHORDATA	Actinopterygii	Perciformes	Engraulidae	<i>Engraulus ringens</i>	Huevo
				No determinado	Larva
				No determinado	Huevo
	Appendicularia	Copepata	Oikopleuridae	<i>Oikopleura</i> sp.	Adulto

Tabla 2.- Composición de especies del Phylum Cnidaria, Ctenophora, Foraminífera y Phoronida en las zonas de Cerro Negro y El Brujo de Julio a Diciembre del 2017

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	ESTADIO
CNIDARIA	Anthozoa	Actiniaria	No determinado	No determinado	Adulto
		Anthoathecata	Pandidae	<i>Ampelasma</i> sp.	Larva
		Anthoathecata	Corymorphidae	<i>Euphyas</i> sp.	Bactf
	Hydrozoa	Leptothecata	Campanulariidae	<i>Ocellia</i> sp.	Adulto
		Narcomedusa	Solmundaginidae	<i>Solmundella bicreticulata</i>	Larva
		Siphonophorae	Diphyidae	<i>Mugiliosia atlantica</i>	Adulto
				<i>Eudonia</i> sp.	Bactf
CTENOPHORA	Nuda	Beroidea	Beroidea	<i>Beroe</i> sp.	Larva
FORAMINIFERA	Globobulimina	Rotaliida	Bolivinitidae	<i>Bolivina</i> sp.	
PHORONIDA	Phoronida	Phoronida	Nonionidae	<i>Nonionoides granulopitii</i>	
			Phoronidae	<i>Phoronis</i> sp.	Larva

Tabla 3.- Composición de especies del Phylum Mollusca en las zonas de Cerro Negro y El Brujo de Julio a Diciembre del 2017

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	ESTADIO		
MOLLUSCA	Bivalvia	Adapedonta	Hiatellidae	<i>Hiatella arctica</i>	Umbrada		
		Cardiida	Donacidae	<i>Donax</i> sp.	Umbrada		
		Mytiliida	Mytilidae		<i>Brachiodontes</i> sp.	Umbrada	
					No determinado	Umbrada	
					No determinado	Larva D	
					<i>Semimytilus</i> sp.	Umbrada	
					No determinado	Larva D	
					<i>Semele</i> sp.	Umbrada	
		Gastropoda	Littorinimorpha	Veneroidea	Macridae	<i>Mulinia</i> sp.	Umbrada
				Ostreida	Ostreidae	No determinado	Umbrada
	Pectinida			Pectinidae	<i>Argopecten purpuratus</i>	Umbrada	
	Venerida			Veneridae	<i>Cione</i> sp.	Umbrada	
					<i>Venus</i> sp.	Umbrada	
					<i>Adianta gandicoudii</i>	Veliger	
					<i>Adianta</i> sp.	Veliger	
			<i>Potimex</i> sp.	Veliger			
				No determinado	Veliger		

Tabla 4.- Composición de especies del Phylum Arthropoda en las zonas de Cerro Negro y El Brujo de Julio a Diciembre del 2017

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	ESTADIO
ARTHROPODA	Hexanauplia	Calanoida	Acartiidae	<i>Acartia</i> sp.	Adulto
				<i>Acartia negligens</i>	Adulto
				<i>Acartia tonsa</i>	Adulto
			Calanidae	<i>Calanus</i> sp.	Adulto
			Centropagidae	<i>Centropages</i> sp.	Adulto
			Eucalanidae	<i>Eucalanus</i> sp.	Adulto
				<i>Eucalanus elongatus</i>	Adulto
			Heterorhabdidae	<i>Heterorhabdus</i> sp.	Adulto
				<i>Heterorhabdus spinifrons</i>	Adulto
		Lucicutiidae	<i>Lucicutia flavicornis</i>	Adulto	
		Paracalanidae	<i>Paracalanus</i> sp.	Adulto	
		Cyclopoida	Clausidiidae	<i>Hemicyclops thalassius</i>	Adulto
			Corycaeiidae	<i>Corycaeus</i> sp.	Adulto
				<i>Oithona</i> sp.	Adulto
			Oithonidae	<i>Oithona nana</i>	Adulto
				<i>Oithona plumifera</i>	Adulto
				<i>Oithona similis</i>	Adulto
			Oncaeidae	<i>Oncaea</i> sp.	Adulto
Sapphirinidae	<i>No determinado</i>		Adulto		

Tabla 5.- Composición de especies del Phylum Arthropoda en las zonas de Cerro Negro y El Brujo de Julio a Diciembre del 2017

Phylum	Clase	Orden	Familia	Especie	
ARTHROPODA	Hexanauplia	Harpacticoida	Ectinosomatidae	<i>Microsetella</i> sp.	
				<i>Microsetella norvegica</i>	
				<i>Microsetella</i> sp.	
			Miraciiidae	<i>Macrasetella gracilis</i>	
			No determinado	<i>No determinado</i>	
			Peltidiidae	<i>Cytemnestra scutellata</i>	
		Tachidiidae	<i>Euterpina acutifrons</i>		
		Sessilia	Balanidae	<i>Balanus</i> sp.	
				<i>No determinado</i>	
		Siphonostomatoida	Caligidae	<i>Caligus</i> sp.	
		Branchiopoda	Anomopoda	Chydoridae	<i>Alona</i> sp.
			Onychopoda	Podonidae	<i>Podon</i> sp.
	Amphipoda		Photidae	<i>Gammaropsis</i> sp.	
		No determinado	<i>No determinado</i>		
	Malacostraca	Decapoda	Cancriidae	<i>No determinado</i>	
			Galatheididae	<i>No determinado</i>	
			Grapsidae	<i>No determinado</i>	
			Hippidae	<i>Emerita analoga</i>	
Pinnotheridae			<i>Pinnaxodes</i> sp.		
Xanthidae			<i>No determinado</i>		
Euphausiacea			Euphausiidae	<i>No determinado</i>	
Isopoda			Cirolanidae	<i>Excirrolana</i> sp.	

Durante el periodo de la investigación se determinó como el grupo más representativo, en la zona de Cerro Negro, el phylum Foraminífera con un 52%, seguido de Arthropoda (Branchipoda, Hexanauplia, Malacostraca, Ostracoda) con un 36%, Chordata (Actinopterygii y Appendicularia (7%), conformando el 1% se encuentran los Phylum Branchiopoda, Briozoa, Chaetognatha, Cnidaria, Ctenophora, Mollusca y Phoronida

El mismo resultado se obtuvo al realizar la distribución por estaciones, observando una distribución amontonada predominando el Phylum Foraminífera (*Bolivina* sp.), seguido de Arthropoda, en todos los puntos de muestreo.

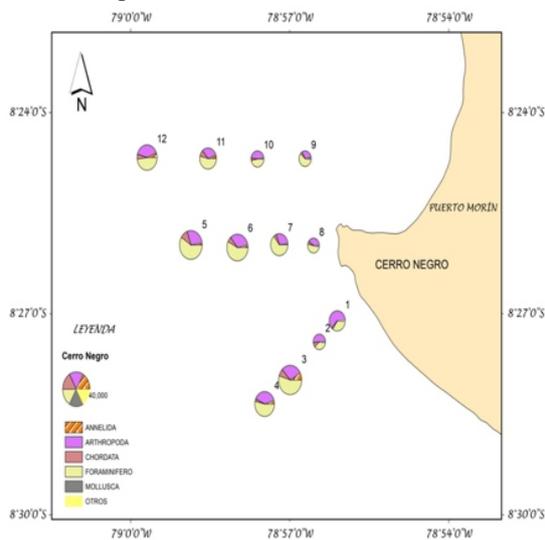


Figura 5.- Distribución de zooplankton por Phyllis, de acuerdo con las estaciones de julio a diciembre en la zona de Cerro Negro

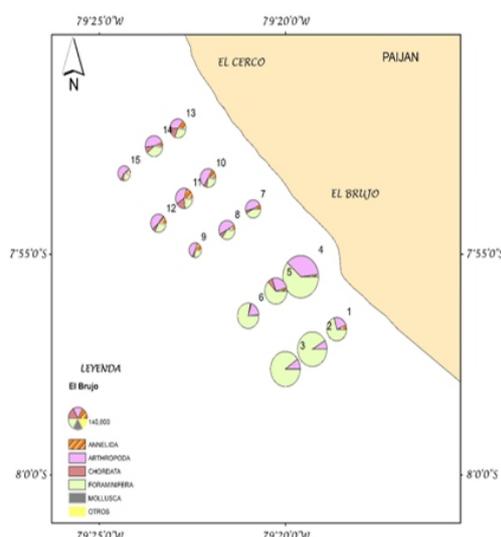


Figura 6.- Distribución de zooplankton por Phyllum, de acuerdo a las estaciones de julio a diciembre en la zona de El Brujo

En el Brujo los grupos taxonómicos que presentaron ser más frecuentes son: Annelida, Arthropoda,

Chordata, Cnidaria, Foraminífera y Mollusca, presentándose de julio a diciembre, de igual manera los taxones que fueron frecuentes son Branchiopoda, Phoronida, concurrente en todos los meses a excepción de setiembre, Briozoa no estuvo presente en julio y diciembre y Chaetognatha de las cuales solo se encontró en agosto y setiembre; el phylum Ctenophora mostró ser menos frecuente, apareciendo solo en agosto.

#### IV. DISCUSIÓN

La comunidad zooplanctónica en Cerro Negro y El Brujo estuvo representada principalmente por el Phylum Foraminífera, únicamente por la especie *Bolivina* sp., perteneciente al género *Globigerina* de las cuales forma parte de los foraminíferos planctónicos más frecuentes y abundantes (Cifuentes, et al. 1987), Cruz (2018) reporta el grupo Foraminífera como el segundo más representativo entre Chérrepe y Pacasmayo, siendo las zonas más próximas a las estudiadas en la presente investigación. En la Bahía Paracas, Merma (2016) indica que *Bolivina* costata fue la especie que tuvo mayor frecuencia de aparición en el verano de 1974, coincidiendo con Aquiles (2012), quien reporta para la plataforma frente a Callao, a *Bolivina* costata dominante seguida por *Nonionella* auris; esto probablemente debido a los bajos niveles de oxígeno al cual están relacionados los foraminíferos según Aquiles (2013).

Resultados obtenidos en las zonas de El Brujo y Cerro Negro indican a los foraminíferos del genero *Bolivina* como uno de los componentes principales del zooplankton, sin embargo, este género no se encuentra dentro del grupo planctónico de acuerdo a Loeblich & Tappan (1987) y Kennet & Srinivsan (1983), esto nos sugiere que en algunos periodos de muestreo las corrientes marinas fueron más intensas que provocaron la remoción del sedimento distribuyendo en la columna de agua al foraminífero en concentraciones importantes.

El Phylum Arthropoda se encontró como el segundo grupo más abundante para ambas zonas, como también el más diverso; coincidiendo en forma similar con Bueno (2014), quien registra al Phylum Arthropoda como el más abundante en Salaverry con el 37,5%; encontrándose en el centro entre las zonas de Cerro Negro y El Brujo. Santander, et al. (1981) señala para Salaverry el 96% correspondiente a Arthropodos específicamente al grupo de los copépodos, coincidiendo con Boltovskoy (1981), quien señala que los copépodos constituyen entre el 40% y 98% del total de la comunidad zooplanctónica tanto en aguas oceánicas como en neríticas. IMARPE(2011) indica que la abundancia del

zooplankton está compuesta principalmente por copépodos; así mismo se registra dentro de los principales zooplanctones a los eufásidos, medusas, sifonóforos, quetognatos, larvas de copépodos y anfípodos. (Arones y Ayón 1997; Santander, et al. 1981).

Villenas & Palma (2006) indican que el Phylum Chaetognatha es uno de los grupos más abundantes del zooplankton marino, después de los copépodos; coincidiendo con lo reportado por Arones & Ayón (1998), los cuales indica que los copépodos son los más frecuentes y abundantes; igualmente reportado por, Girón (2004) en la región Antártica, sobre la comunidad marina del Estrecho Bransfield.

### V. CONCLUSIONES

La composición del zooplankton marino presente en Cerro Negro y El Brujo estuvo conformada por 80 y 86 especies respectivamente, compuesto por 11 Phylum, de las cuales los taxones principales fueron Foraminífera, Arthropoda, Mollusca, Annelida y Chordata, siendo *Bolivina* sp., y el grupo de los copépodos los más abundantes y frecuentes, presentando este último también mayor diversidad para ambas zonas.

### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arones, K & Ayón, P. (1997). Características generales del zooplankton en la costa norte centro durante el crucero BIC SNP-1 9607-08. *Inf. Inst. Mar Perú* N° 124: 51-56, Abril.
- Arones, K & Ayón, P. (1998). Estudio del ictioplancton y el zooplankton entre Puerto Pizarro y Huarmey durante el crucero de Evaluación del recurso Merluza Bic José Olaya Balandra 9806-01. *Inf. Inst. Mar Peru* 138: 101-111
- Ayón, P. (2003). Características del ictioplancton frente a la costa peruana en la primavera del 2002. 2003. Informe interno AEPS.
- Ayón, P., Nakazaki C. (2012). Ictioplancton y volúmenes del zooplankton en la primavera 2003 frente a la costa peruana. *Inf Inst Mar Perú*. 39(1-2): 72-76.
- Aquiles, J. (2012). Especies de Foraminíferos bentónicos indicadores del estado de óxido-reducción del sedimento superficial en el margen continental central del Perú. Tesis para optar el grado de magister en Ciencias del Mar. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú. 176pp.
- Aquiles, J. (2013). Foraminíferos bentónicos de la plataforma frente a Callao: Variación espacial de la estructura comunitaria en relación a factores ambientales, disponibilidad de alimento y otros componentes del Benthos. Tesis para optar el título profesional de biólogo con mención en Hidrobiología y pesquería. Universidad Nacional Mayor De San Marcos. Lima, Perú. 113 pp.
- Boltovskoy, D. (1981). Atlas de zooplankton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo de zooplankton Marino. INIDEP. Argentina.
- Boltovskoy, D. (1999). South Atlantic Zooplankton. *Bachuys Publishers Leiden*. 2:869-1706.
- Bueno, T. 2014. Composición de zooplankton en Puerto Salaverry, La Libertad, Abril – setiembre del (2014). Tesis para optar el título de Biólogo pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. 59 pp
- Carbajal et al. (2009). Delimitación y caracterización de bancos naturales de invertebrados bentónicos comerciales y áreas de pesca artesanal en el litoral de la Región La Libertad. Informe Del Mar Perú. Santa Rosa-Lambayeque. 107 pp.
- Cifuentes, J., Torres, P., Frías, M. (1987). El océano y sus recursos: V. Plancton. Primera edición. México.
- Cruz, V., (2018). Diversidad de zooplankton en el ecosistema marino de Punta Cherrepe y Junco Marino, La Libertad 2017. Tesis para obtener el título de Biólogo Pesquero. Universidad Nacional de Trujillo. 89 pp.
- Guzmán, S. & Carrasco, S. (1996). Las investigaciones del ictioplancton y el zooplankton en el Imarpe necesidades y perspectivas. *Inf. Prog. Inst. Mar Perú* (28). 18 pp.
- Dawson, J. & Knatz, G. (1980). Illustrated key to the planktonic copepods of San Pedro Bay, California. University of Southern California. Institute of Marine and Coastal Studies.
- Escribano, R., Hidalgo, P. & Schneider W. (2016). Boletín Instituto Milenio de Oceanografía. Universidad de Concepción, Chile. 287-312 pp.
- Girón, M. (2001). Zooplankton e ictioplancton durante el crucero oceanográfico regional conjunto 0005-06. *Inst. Mar Perú*

- N° 163: 47-57. Octubre.
- Girón, M. (2004). Zooplankton e ictioplancton Antártico durante el verano austral 2003. *Inf. Inst. Mar Perú* 32(4): 359-363 pp.
- Glutiello, et al. (1995). Atlas of Marine Zooplankton Straits of Magellan. Amphipods, Euphasiids, Mysids, Ostracods, and Chaetognaths. Università degli Studi di Messina.
- Glutiello, J & Ianora, A. (1997). Atlas of Marine Zooplankton Straits of Magellan. Atlas of Marine Zooplankton. Straits of Magellan. Copepods. Università degli Studi di Messina.
- Instituto Del Mar Del Perú. (2011) ANUARIO CIENTÍFICO TECNOLÓGICO IMARPE. (ISSN 1813 – 2103) Anucientecol IMARPE Vol. 11, 2011. Callao-Perú.
- Kennett, J, Srinivasan M. (1983). Neogene Planktonic Foraminifera. Hutchinson Ross Publishing Company. New York. 260 p.
- Loeblich, A. & Tappan, H. (1987). Foraminiferal genera and their classification. Von Nostrand Reinhold Company. New York. 2 vols.
- Merma, L. (2016). Foraminíferos bentónicos asociados a condiciones de hipoxia costera y bajo pH en la Bahía de Paracas. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú. 173 pp.
- Nakazaki, C & Ayón, P. (2006). Volúmenes de zooplankton y distribución del ictioplancton en el litotal peruano durante verano 2006. *Inf Inst Mar Perú*. 39(3-4): 267-274.
- Perry, R. (2003). A guide to the Marine Plankton of southern California, 3era Edition, 23, recuperado 20 de febrero 2017.
- Quesquén, R. (2005). Moluscos holoplanctónicos heterópoda y pterópoda colectados en noviembre y diciembre de 1996 en el mar peruano. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Ricardo Palma. Lima-Perú. 82 pp.
- Ramírez, F. y Zamponi, M. (1981). Atlas del Zooplankton del Atlántico Sudoccidental y Métodos de Trabajo con Zooplankton Marino. Instituto Nacional de Investigación y desarrollo pesquero.
- Rose, M. & Tregouboff. (1957). Manuel de Plantonologie Méditerranéenne. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris.
- Sandoval, O. (1979). Distribución y variación estacional de larvas de peces en la costa peruana. *Inf. Inst. Mar Perú* (63).
- Santander, H., Carrasco, S., Luyo, G. (1981). El zooplankton del área norte del Perú. Instituto Del Mar Del Perú. Investigación cooperativa de la anchoveta y su ecosistema – Ica- Entre Perú y Canadá. Callao- Perú. 244-253 pp.
- Santander, H., Carrasco, S., Luyo, G. (1981). El zooplankton del área norte del Perú. Instituto Del Mar Del Perú. Investigación cooperativa de la anchoveta y su ecosistema – Ica- Entre Perú y Canadá. Callao- Perú. 244-253 pp.
- Shanks, A.(2001). An identification guide to the larval marine invertebrates of the Pacific Northwest. 1era ed. Orego State University Press. 341 pp.
- Telesh, I., Skarlato, S., Kube, S., Rohde, H., Schubert, H.(2015). Zooplankton of the Baltic Sea: Introduction to the Distant Learning Module. Universidad Rostock & St. Petersburg. Russia.
- Villenas, F. & Palma, S. (2006). Sagitta chilensis nueva especie de chaetognato en fiordos australes chilenos (Chaetognatha, Aphragmophora, Sagittidae). Escuela de Ciencias del Mar, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso Casilla 1020, Valparaíso, Chile.

## POLIESTIRENO EN SEDIMENTOS DE LA PLAYA LA BOCANA TRUJILLO, PERU AGOSTO 2019

Nelson Gustavo Ywanaga Reh<sup>1,2</sup>; Katherin Nicole Donet Córdova<sup>2</sup> y Oscar Eduardo Pisco Cortés<sup>2</sup>

### RESUMEN

La presencia de plásticos en los océanos y sus costas a nivel mundial viene generando una cada vez mayor preocupación en la comunidad científica, dado los efectos de estos sobre los ecosistemas y sus componentes. El presente estudio tuvo como principal objetivo determinar la presencia de poliestireno en la playa arenosa La Bocana, Distrito de Víctor Larco, Trujillo - Perú. Se realizó un análisis de sedimentos determinándose la fracción donde se evidenciaban mayor cantidad de poliestireno. Se encontró que los 4 sectores de la playa contenían poliestireno, siendo la muestra correspondiente al punto E1P1 la de mayor ocurrencia de este plástico.

**Palabras clave:** Poliestireno, sedimento, contaminación, playas arenosas

### ABSTRACT

The presence of plastics in the oceans and coast worldwide generating an increasing concern in the scientific community, given the effects of these on ecosystems and their components. The main objective of this research was to determine the presence of polystyrene in 4 sectors of the sandy beach La Bocana, district Víctor Larco, Trujillo, Perú. A sediment analysis was performed determining the fraction where the greatest presence of polystyrene was evidenced. It was found that the 4 sectors of the beach contained polystyrene, the sample corresponding to point E1P1 being the one with the highest occurrence of this plastic.

**Keywords:** Polyestirene, sediment, pollution, sandy beach

---

<sup>1</sup>Cátedra Oceanografía – Escuela de Biología Pesquera / Universidad Nacional de Trujillo

<sup>2</sup>Asociación Yubarta Islas / Trujillo, Perú

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los plásticos, producto del consumo de la sociedad moderna, vienen siendo encontrados en el medio marino los cuales llegan por diferentes vías desde los continentes. Dentro del total de variedades químicas que constituyen los plásticos, los de menor densidad como el poliestireno generan una de las mayores preocupaciones a nivel mundial.

Al respecto Carson et Al (2011), mencionan la importancia del poliestireno en la vida diaria de los consumidores sin embargo generan también uno de los mayores problemas debido a la longevidad de los mismos.

Según Avia et Al. (2016), uno de los efectos que producen los plásticos en los organismos son por la ingesta las cuales son acumulados en la cadena trófica, generando una pérdida en los valores nutricionales de las dietas, daños físicos, exposición a patógenos y debido a la presencia de aditivos químicos, estos podrían absorber contaminantes ambientales lo cual genera un problema de contaminación sinérgica dentro de los organismos, con los correspondientes efectos toxicológicos.

Si bien la preocupación por el problema de plásticos, y dentro de ellos el poliestireno, a nivel mundial viene creciendo manifestándose en la sociedad y con ello en un incremento en las investigaciones respectivas en nuestro país todavía presenta escasas publicaciones al respecto.

Sin embargo, algunas de estas ya aportan resultados sobre una realidad conocida, para un país con deficiente manejo de residuos sólidos como el nuestro, dentro de ellas tenemos lo señalado por Purca y Henostroza (2017), quienes en un estudio de 4 playas de Lima reportan la presencia de microplásticos, correlacionándose la relación positiva de la población con el volumen de microplásticos en sedimentos.

El presente trabajo tuvo como objetivo general determinar cualitativamente la presencia de poliestireno en los sedimentos de la playa La Bocana, Trujillo La Libertad. Agosto, 2019.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 1.1. Ubicación

El área de estudio se encontró delimitada en la playa La Bocana, de la desembocadura del Río Moche, ubicada al sur de Buenos Aires, Distrito de Víctor Larco, Provincia de Trujillo Departamento de La Libertad Perú. (Ver Tabla 1 y Figura 1).

Las muestras fueron colectadas el 10 de agosto del 2019, en una línea de playas de 830 m. La

Tabla 1. Ubicación de puntos de colecta de muestras según estación. Playa La Bocana. Trujillo, Perú.

ESTACION	PUNTO	COORDENADAS	ESTACION	PUNTO	COORDENADAS
E1	P1	S 08° 09' 26.9" W 79° 02' 25.7"	E3	P1	S 08° 09' 39.5" W 79° 02' 10.7"
	P2	S 08° 09' 27.4" W 79° 02' 26.2"		P2	S 08° 09' 40.2" W 79° 02' 10.6"
	P3	S 08° 09' 27.7" W 79° 02' 25.8"		P3	S 08° 09' 40.0" W 79° 02' 11.2"
	P4	S 08° 09' 27.2" W 79° 02' 25.5"		P4	S 08° 09' 40.5" W 79° 02' 11.6"
E2	P1	S 08° 09' 31.3" W 79° 02' 20.4"	E4	P1	S 08° 09' 44.5" W 79° 02' 05.2"
	P2	S 08° 09' 32" W 79° 02' 21.1"		P2	S 08° 09' 44.0" W 79° 02' 05.6"
	P3	S 08° 09' 31.6" W 79° 02' 21.4"		P3	S 08° 09' 43.4" W 79° 02' 06.3"
	P4	S 08° 09' 31.1" W 79° 02' 21.1"		P4	S 08° 09' 42.4" W 79° 02' 07.9"

característica principal de esta playa es la presencia de depósitos de residuos sólidos tanto por vertimientos de residuos de construcción y otros, así como la llegada de residuos por vía fluvial.

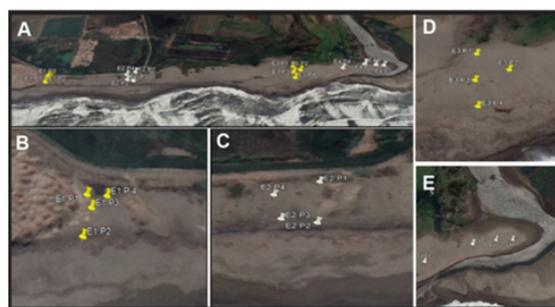


Figura 1. Puntos de evaluación en playa La Bocana, Trujillo, Perú. A. Vista General. B. Estación 1, el área superior izquierda evidencia montículos de desmonte y otros materiales. La coloración blanca al pie de estos se debe a la presencia de poliestireno. C. Estación 2. D. Estación 3. E. Estación 4, esta estación está formada por un depósito de arena que tuerce el curso terminal del río Moche. (Imagen Google Earth, 2019)

### 1.1. Determinación granulométrica de sedimentos

Para la determinación granulométrica se obtuvo una muestra de sedimento de cada uno de los 4 puntos georreferenciados por estación. La muestra se obtuvo de un cuadrado de 30 x 30 cm con profundidad de 30 cm, aproximadamente. Procediéndose a extraer porciones tanto de la superficie, mitad y fondo, colocándose en una bolsa etiquetada, previamente los materiales mayores a 1 cm fueron desechados, luego se procedió a su posterior traslado al laboratorio de la Escuela de Biología Pesquera, de la Universidad Nacional de Trujillo.

En laboratorio, se procedió al deshidratado de la muestra al ambiente, pesado y tamizado con mallas de: 2, 1.5, 1 y 0.5 mm, las cuales corresponde a las arenas gruesas, según la clasificación Attemberg

(Sistema Internacional). El material retenido y que paso se pesó, obteniendo un peso total de muestra y posteriormente realizando el cálculo porcentual de los sedimentos por tamaño.

**1.2. Determinación de presencia cualitativa de poliestireno**

Con los sedimentos clasificados por medida (más de 2.00 mm, 1.5 mm, 1.00 mm, 0.5 mm y menos de 0.5 mm), se procedió al análisis de la presencia de poliestireno.

En el caso de las fracciones de más de 2.00 y 2.00 mm la presencia de poliestireno fue verificada directamente sin ayuda de equipos.

Para las fracciones menores, se procedió a realizar la separación del material ligero (plásticos, vegetales y otros) por efecto de diferencia de densidad, para lo cual se empleó una solución hipersalina (a 60 partes por mil) compuesta por agua destilada y cloruro de sodio comercial, siguiendo con lo recomendado por Masura et al (2015). Las partículas obtenidas del material flotante fueron retiradas y colocadas en una placa Petri para ser observadas con ayuda de una lupa estéreo y microscopio óptico.

Se registraron para cada fracción por punto de muestreo la presencia de poliestireno, en función a la escala empírica de la Tabla 2:

**Tabla 2. Escala empírica para registro cualitativo de la presencia de poliestireno.**

CONSIDERACIÓN	CARACTERÍSTICA
Muy frecuente	Se evidencia una gran cantidad en número de partículas de poliestireno. (superiores a 20 en cada Petri)
Frecuente	La cantidad evidenciada en número es menos frecuente. (20 a 10)
Poco frecuente	Se encuentran algunas partículas (10 a 2)
Esporádico	Al menos una partícula es encontrada en la placa Petri.
Ausente	No se encontraron partículas.

**III. RESULTADOS**

**1.1. Granulometría de sedimentos**

La composición de arenas gruesas en La playa La Bocana para los 4 sectores evaluados es diversa, encontrándose porcentajes elevados de componentes de arenas gruesas y finas, siendo los valores máximos los correspondientes a los puntos E2P1 con 79 % para el rango de arena gruesa (2.00 – 0.5 mm) y el punto E2P2 con 83.3 % para el rango de partículas menores a 0.5 mm. Mientras que los valores más bajos estuvieron en los puntos E4P3 con 18.3 % para la arena gruesa y el punto E2P1 con 17.4 % para las partículas menores a 0.5 mm.

**1.1. Presencia cualitativa de poliestireno**

Todas las muestras de los puntos, de las 4 estaciones, evaluadas evidenciaron la presencia de poliestireno.

**Tabla 3. Composición granulométrica de arenas gruesas. Playa La Bocana.**

ESTACION	PUNTO	DIAMETRO (mm)	PESO (g)	%	ESTACION	PUNTO	DIAMETRO (mm)	PESO (g)	%
E1	P1	>2.00	89.9	5.0	E3	P1	>2.00	97.0	4.7
		1.5-2.00	94.0	3.6			1.5-2.00	92.0	4.0
		1.00-1.5	200.3	11.2			1.00-1.5	186.0	9.0
		0.5-1.00	384.4	54.0			0.5-1.00	1019.0	49.4
		<0.5	456.3	25.4			<0.5	602.0	22.9
	<b>TOTAL 1795.4 100.0</b>					<b>TOTAL 2664.0 100.0</b>			
	P2	>2.00	24.0	1.1	E3	P2	>2.00	177.0	8.6
		1.5-2.00	24.0	1.1			1.5-2.00	150.0	7.3
		1.00-1.5	102.0	5.3			1.00-1.5	375.0	18.2
		0.5-1.00	1042.0	56.1			0.5-1.00	752.0	36.4
		<0.5	890.0	36.6			<0.5	611.0	29.6
	<b>TOTAL 2212.0 100.0</b>					<b>TOTAL 2665.0 100.0</b>			
	P3	>2.00	5.0	0.2	E3	P3	>2.00	27.1	2.4
		1.5-2.00	20.0	0.9			1.5-2.00	43.8	1.9
		1.00-1.5	80.0	6.4			1.00-1.5	109.5	4.6
		0.5-1.00	1097.0	44.2			0.5-1.00	1131.3	47.8
<0.5		1000.0	48.3	<0.5			1024.0	43.3	
<b>TOTAL 2482.0 100.0</b>					<b>TOTAL 2365.7 100.0</b>				
P4	>2.00	25.6	1.1	E3	P4	>2.00	4.0	0.2	
	1.5-2.00	50.2	2.2			1.5-2.00	4.0	0.2	
	1.00-1.5	268.9	11.1			1.00-1.5	52.2	2.1	
	0.5-1.00	1086.7	56.0			0.5-1.00	857.0	34.7	
	<0.5	667.7	29.0			<0.5	1550.0	62.8	
<b>TOTAL 2295.1 100.0</b>					<b>TOTAL 2467.0 100.0</b>				
E2	P1	>2.00	80.0	3.3	E4	P1	>2.00	3.9	0.1
		1.5-2.00	196.0	4.7			1.5-2.00	7.0	0.3
		1.00-1.5	450.0	8.3			1.00-1.5	58.0	2.6
		0.5-1.00	1087.0	56.4			0.5-1.00	816.0	29.6
		<0.5	438.9	17.4			<0.5	1395.0	67.1
	<b>TOTAL 2461.0 100.0</b>					<b>TOTAL 2679.0 100.0</b>			
	P2	>2.00	4.0	0.1	E4	P2	>2.00	27.0	1.4
		1.5-2.00	2.0	0.1			1.5-2.00	20.0	1.0
		1.00-1.5	26.0	0.8			1.00-1.5	24.0	1.4
		0.5-1.00	596.0	15.8			0.5-1.00	547.0	28.7
		<0.5	2725.0	83.3			<0.5	1247.0	65.5
	<b>TOTAL 3273.0 100.0</b>					<b>TOTAL 1965.0 100.0</b>			
	P3	>2.00	4.9	0.2	E4	P3	>2.00	3.0	0.2
		1.5-2.00	22.8	0.9			1.5-2.00	3.0	0.2
		1.00-1.5	156.6	5.9			1.00-1.5	21.0	1.1
		0.5-1.00	1055.3	39.5			0.5-1.00	311.0	17.0
<0.5		1620.4	53.5	<0.5			1497.0	81.5	
<b>TOTAL 2871.5 100.0</b>					<b>TOTAL 1837.0 100.0</b>				
P4	>2.00	48.3	1.8	E4	P4	>2.00	71.7	3.2	
	1.5-2.00	83.3	3.0			1.5-2.00	47.8	5.0	
	1.00-1.5	346.4	13.0			1.00-1.5	177.7	8.0	
	0.5-1.00	1019.4	45.6			0.5-1.00	1000.4	45.2	
	<0.5	306.2	34.6			<0.5	918.3	41.5	
<b>TOTAL 2873.6 100.0</b>					<b>TOTAL 2215.1 100.0</b>				

Las muestras de los puntos E1P1 y E2P4 fueron los que presentaron una muy frecuente presencia de poliestireno para la fracción de 1.5 a más de 2.00 mm.

Las estaciones con mayor evidencia de poliestireno fueron la 1 y 4, mientras que toda la Estación 3 presentó una ocurrencia esporádica en las fracciones de los puntos, a excepción de la fracción mayor a 2.00 mm de la muestra E3P4. (Ver Tabla 4)

**Tabla 4. Presencia de poliestireno. Playa La Bocana. Trujillo, Perú.**

ESTACION	PUNTO	MEDIDA (mm)	%	OCURRENCIA POLIESTIRENO	ESTACION	PUNTO	MEDIDA (mm)	%	OCURRENCIA POLIESTIRENO
E1	P1	>2.00	5.0	Muy frecuente	E3	P1	>2.00	4.7	Esporádico
		1.5-2.00	3.6	Muy frecuente			1.5-2.00	4.0	Esporádico
		1.00-1.5	11.2	Frecuente			1.00-1.5	9.0	Esporádico
		0.5-1.00	54.8	Poco frecuente			0.5-1.00	49.4	Esporádico
		<0.5	25.4	Poco frecuente			<0.5	22.9	Esporádico
	P2	>2.00	1.1	Frecuente	E3	P2	>2.00	8.6	Esporádico
		1.5-2.00	1.1	Frecuente			1.5-2.00	7.3	Esporádico
		1.00-1.5	5.3	Poco frecuente			1.00-1.5	18.2	Esporádico
		0.5-1.00	56.1	Poco frecuente			0.5-1.00	36.4	Esporádico
		<0.5	36.6	Esporádico			<0.5	29.6	Esporádico
	P3	>2.00	0.2	Poco frecuente	E3	P3	>2.00	2.4	Esporádico
		1.5-2.00	0.8	Poco frecuente			1.5-2.00	1.9	Esporádico
		1.00-1.5	6.4	Poco frecuente			1.00-1.5	4.6	Esporádico
		0.5-1.00	44.2	Esporádico			0.5-1.00	47.8	Esporádico
		<0.5	48.3	Esporádico			<0.5	43.3	Esporádico
	P4	>2.00	1.1	Frecuente	E3	P4	>2.00	0.2	Frecuente
		1.5-2.00	2.2	Frecuente			1.5-2.00	0.2	Esporádico
		1.00-1.5	11.7	Frecuente			1.00-1.5	2.1	Esporádico
		0.5-1.00	56.0	Poco frecuente			0.5-1.00	34.7	Esporádico
		<0.5	29.0	Esporádico			<0.5	62.8	Esporádico
E2	P1	>2.00	3.3	Esporádico	E4	P1	>2.00	0.1	Frecuente
		1.5-2.00	4.7	Esporádico			1.5-2.00	0.3	Poco frecuente
		1.00-1.5	18.3	Esporádico			1.00-1.5	2.8	Poco frecuente
		0.5-1.00	56.4	Esporádico			0.5-1.00	29.6	Esporádico
		<0.5	17.4	Esporádico			<0.5	67.1	Esporádico
	P2	>2.00	0.1	Frecuente	E4	P2	>2.00	1.4	Frecuente
		1.5-2.00	0.1	Esporádico			1.5-2.00	1.0	Poco frecuente
		1.00-1.5	0.8	Esporádico			1.00-1.5	3.4	Poco frecuente
		0.5-1.00	15.8	Poco frecuente			0.5-1.00	28.7	Poco frecuente
		<0.5	83.3	Esporádico			<0.5	65.5	Poco frecuente
	P3	>2.00	0.2	Frecuente	E4	P3	>2.00	0.2	Frecuente
		1.5-2.00	0.9	Poco frecuente			1.5-2.00	0.2	Frecuente
		1.00-1.5	5.9	Poco frecuente			1.00-1.5	1.1	Poco frecuente
		0.5-1.00	39.5	Esporádico			0.5-1.00	17.0	Poco frecuente
		<0.5	53.5	Esporádico			<0.5	81.5	Poco frecuente
	P4	>2.00	1.8	Muy frecuente	E4	P4	>2.00	3.2	Frecuente
		1.5-2.00	3.0	Frecuente			1.5-2.00	2.1	Poco frecuente
		1.00-1.5	13.0	Poco frecuente			1.00-1.5	8.0	Poco frecuente
		0.5-1.00	45.6	Esporádico			0.5-1.00	45.2	Poco frecuente
		<0.5	34.6	Esporádico			<0.5	41.5	Poco frecuente

De las 80 fracciones analizadas se encontró que 3 presentan poliestireno con una ocurrencia muy frecuente, 15 fueron frecuentes, 23 poco frecuentes y 39 presentaron una ocurrencia esporádica.

De las fracciones en las que la ocurrencia fue muy frecuente y frecuente, todas ellas correspondían a las medidas mayores a 2.00 mm y entre 1.5 y 2.00 mm.

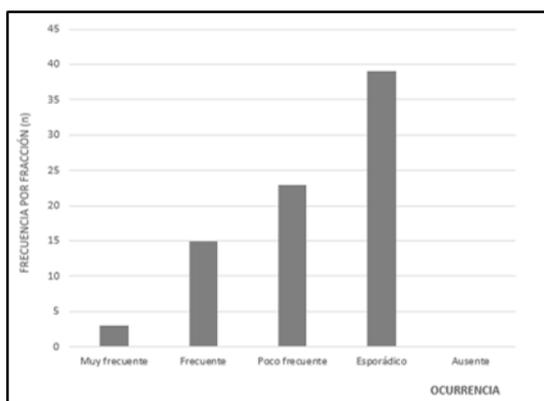


Figura 2. Distribución de frecuencias de las fracciones analizadas, en función a la ocurrencia de poliestireno. Playa la Bocana, Trujillo – Perú.

#### IV. DISCUSIÓN

De los puntos evaluados de las 4 estaciones, 10 presentan predominio de arenas gruesas, mientras que 6 son de un diámetro de partícula inferior a 0.5 mm, en las cuales se encontrarían arenas medias y finas, así como limos y arcillas. En la estación 4 solo el punto E4P4 evidenció arenas gruesas. Esta situación de la variabilidad en el tamaño de partículas en una línea de playa de 830 m se debería a dos factores, principalmente: el efecto del mar y el de las descargas del río Moche. Es por ello que las estaciones 3 y 4 (cercanas al río), presentan tamaños granulométricos más pequeños, comparativamente.

La contaminación de los sedimentos de la playa la Bocana es total, es decir en cada fracción del sedimento se encontró poliestireno. El fraccionamiento de los plásticos a diferente escala es notorio, sin embargo la presencia del mismo no se encuentra distribuido equitativamente, siendo las fracciones de diámetros más gruesos las que evidencian una presencia mayor y las de menor tamaño una frecuencia de ocurrencia esporádica. Al respecto, Purca y Henostroza (2017) encontraron para 4 playas de Lima que todas evidenciaban plásticos en sus sedimentos (arenas). Una realidad muy notoria para el país en lo que respecta al manejo de los residuos sólidos.

Así mismo, Carson et al (2011) en un estudio de los microplásticos de playas de Hawai, encontraron para ambas también presencia efectiva de plásticos, lo que nos lleva a un problema mayor de las condiciones de los plásticos a nivel de los océanos, y el océano Pacífico. Esta realidad concuerda con otros estudios respecto a la presencia de plásticos como uno realizado por Barraza (2017) en playas de El Salvador, el cual para 06 playas dieron positiva la presencia de plásticos.

#### V. CONCLUSIONES

Los sedimentos que caracterizan a la Playa La Bocana para la fecha de estudio, son arenas y finos, con predominio de arena gruesa.

Todas las muestras analizadas en sus fracciones granulométricas evidenciaron presencia de poliestireno.

#### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avio, C.G.; S. Gorbi y F. Regoli. 2016. Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. En: Marine Environmental Research. N°30. P: 1-10
- Barraza, Enrique. 2017. Medición de la cantidad de residuos plásticos pequeños en algunas playas de El Salvador. En: Revista Realidad y reflexión. Año 17, N° 45, San Salvador, El Salvador, Centroamérica. Enero-Junio 2017. P: 45 - 54
- Carson, H.S.; S. L. Colbert; M. J. Kaylor; K. and J. McDermid. 2011. Small plastic debris changes water movement and heat transfer through beach sediments. En: Marine Pollution Bulletin. Vol.62 Issue 8. Agosto 2011. P: 1708 - 1713
- Purca, Sara y Henostroza, Aida. 2017. Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. En: Revista Peruana de Biología, vol. 24, núm. 1, 2017, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. pp. 101-106
- Masura, J.; G. Foster and C. Arthur. 2015. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48. USA.
- Van Cauwenberghe, Lisbeth; Lisa Devriese; François Galgani; Johan Robbens y Colin R. Janssen. 2015. Microplastics in sediments: A review of techniques, occurrence and effects. Rev. Marine Environmental Research N° 111 Pag. 5-17

## **Aplicación de estrategias investigativas en el desarrollo de habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes Universitarios**

### **Application of research strategies in the development of skills to develop research projects in University students**

Judith Soledad Yangali Vicente<sup>1</sup>

#### **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue determinar la influencia de la aplicación de estrategias investigativas en las habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes de Ciencias Empresariales de la Universidad César Vallejo. Fue una investigación de tipo aplicada, con enfoque cuantitativo, de diseño experimental, nivel cuasi experimental. La muestra fue de 145 estudiantes, 97 del grupo experimental y 48 del grupo control. Los resultados señalan que la aplicación de estrategias investigativas influye significativamente en las habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo de Ate, 2018.

**Palabras clave:** habilidad, estrategias investigativas, deficiencia

#### **ABSTRACT**

The objective of the research was to determine the influence of the application of research strategies on the skills to develop research projects in students of Business Studies at the Universidad Cesar Vallejo. It was an applied type investigation, with quantitative approach, experimental design, quasi-experimental level. The sample was 145 students, 97 from the experimental group and 48 from the control group. The results indicate that the application of research strategies significantly influences the skills to develop research projects in students of Business Studies at the Universidad Cesar Vallejo de Ate, 2018.

**Keywords:** skill, research strategies, deficiency

---

<sup>1</sup>Universidad Cesar Vallejo. [Correo: judithsyv@gmail.com](mailto:judithsyv@gmail.com)

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las universidades tienen el deber de fomentar la difusión y creación del conocimiento, esto se debe realizar mediante investigaciones exitosas que acarreen la renovación de contenidos académico y el impulso del progreso. La investigación pretende suministrar información acerca de la problemática de la producción de proyectos de investigación científica para obtener el título universitario. Al respecto existen estudios realizados a nivel internacional, tal es el caso de la universidad central Martha Abreu de las Villas en Cuba, Blanco (2016), realizó una investigación cuyo objetivo fue proponer un modelo teórico metodológico para desarrollar habilidades investigativas en el proceso docente con el fin de desarrollar dichas habilidades en los estudiantes de la carrera de medicina desde la educación en el trabajo, la integración de componentes organizacionales y personalizados, además de una orientación en las tareas investigativas elaboradas a partir del estudio de problemas de salud relacionados con su formación profesional.

En el Perú también se realizaron estudios de esta naturaleza, tal es el caso de Ruiz (2005), quien afirma en lo que concierne al nivel de disposición para realizar una tesis, los resultados muestran que, efectivamente, existe un nivel superior al moderado de Disposición para la realización de una tesis. Esta afirmación se cumple en todos los factores que componen esta variable, por consiguiente, se podría concluir, que los estudiantes, en general consideran que la realización de una tesis es importante para su formación académica. En una investigación sustentada en la universidad Mayor de San Marcos por Murcia (2015), tuvo como objetivo demostrar que en el proceso de la enseñanza y el aprendizaje, la aplicación del método heurístico es constituye un factor importante que contribuye al desarrollo de las habilidades investigativas en los estudiantes en etapa de investigación formativa. El estudio logró demostrar que al aplicar el método heurístico en la enseñanza de las habilidades para elaborar proyectos de investigación de los estudiantes mejoró en forma significativa evidenciándose en la motivación por la investigación en los estudiantes de contabilidad y auditoría de una universidad privada de Guayaquil.

A nivel local, en la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, se ha detectado que existe una gran problemática para la elaboración de proyectos de investigación científica, esto por muchos factores, uno de los cuales se considera que es la motivación de logro, ya que hasta la fecha son poco los estudiantes de esta facultad que

logran sustentar su tesis para obtener su título profesional. El estudio se realizó a fin de responder a la problemática ¿Cómo influye la aplicación de estrategias investigativas en las habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018?, y para esto se analizaron datos tomados de 145 estudiantes en base a la aplicación de los procesos del análisis y resultados obtenidos, que puedan servir de soporte para futuras investigaciones y nuevas propuestas que contribuyan a mejorar la calidad educativa.

### 1. Variable Independiente: Estrategias investigativas

Cuando las personas se preguntan, indagan, averiguan, buscan algo que les ayude satisfacer alguna necesidad, hacen investigación; pues una investigación nace a partir de una necesidad, también a partir de alguna idea o un cuestionamiento; se trata de satisfacer una necesidad, ya que la idea que debe ser analizada y la interrogante resuelta, debe investigarse; bajo estos fundamentos de hecho, no hay duda de que el ser humano es un investigador por su naturaleza.

La investigación científica se diferencia de la investigación empírica, porque la primera constituye una investigación metódica y sistemática cuyos conocimientos van a ser sometidos a todo un proceso de experimentación y también de comprobación para ser considerados como reales. La investigación puede ser del tipo cuantitativa o del tipo cualitativa; la investigación, es cualitativa, cuando se ha ejecutado un procedimiento metódico que permite describir algún fenómeno o un hecho social; y la investigación, es cuantitativa cuando se ha desarrollado un procedimiento metódico para poder explicar algún fenómeno o un hecho natural. En cuanto a la investigación científica, señalan que: en el ámbito científico, la investigación produce conocimientos nuevos además de nuevas teorías, o generan elementos que puedan dar solución a los problemas prácticos, producidos o que sean generados en cierta forma. Esta manera de hacer las cosas constituye un proceso que, como tal, le caracteriza ciertos atributos y sigue una secuencia de etapas para una implementación óptima (Sáenz y Tinoco, 1999).

Antes de la elaboración de un proyecto de investigación, se debe conocer bien las características del problema, hecho o fenómeno que se desea investigar, este conjunto de actividades es conocido como planificación del proyecto de investigación, y es el comienzo de la organización del trabajo de investigación. Pues bien la planificación de un proyecto investigativo constituye una de las etapas

que encierra el proceso investigativo, de esta fase dependerá el éxito de la investigación. Pues las actividades realizadas durante la planificación del proyecto, permitirá el desarrollo de las diferentes habilidades que a continuación se explicarán.

### **1.1. Dimensiones de la variable estrategias investigativas**

#### **1.1.1. Estrategias investigativas para identificación del problema**

Definitivamente, un problema se define como un acontecimiento, un hecho o alguna situación que impide el logro de cierto objetivo común, el cual necesita ser solucionado pronto; en tal sentido las habilidades principales que conlleven a identificar el problema, es pues saber inducir para después deducir; esto quiere decir, poder identificar los antecedentes y/o causas que propiciaron la existencia del problema, para luego establecer los efectos y/o consecuencias que podría provocar el problema, en caso no se de una pronta solución (Pozo & Pérez, 1998)

#### **1.1.2 Estrategias investigativas para desarrollar las bases teóricas y conceptuales**

Las bases teóricas y las conceptuales, forman parte del marco teórico, sean doctrinarios o sean conceptuales del trabajo investigativo, algunos de los autores han señalado que esta parte, viene a ser la esencia de la investigación, pues la teoría y también la doctrina, son los aportes que en mérito a su propia experiencia o a la experimentación de los hechos, realizaron ciertos autores, a la ciencia.

Es necesario que el investigador tome en cuenta para desarrollar la parte teórica de un estudio primero identificar y seleccionar adecuadamente las bases teóricas y conceptuales de las variables, con el propósito de debatir, realizar la discusión de resultados, rechazar o aceptar las hipótesis, así como ampliar y construir nuevos conocimientos. El investigador además de conocer las normas internacionales y legales de redacción científicas debe aplicarlas en las investigaciones que realice, respetando la autoría y producción intelectual – científica de los autores de esa manera evitar los problemas por plagio.

#### **1.1.3. Estrategias investigativas para desarrollar la metodología de investigación**

Galán (2011), señala: que en el marco metodológico de investigación es se debe precisar la técnica de recolección de datos y el tipo de instrumento que se aplicara en la muestra de estudio. El método seleccionado para la recolección de datos servirá como medio para que el investigador recoja

información del sujeto en estudio y consiguientes alcanzar los objetivos propuestos en la investigación.

Las habilidades para el recojo y selección de la información es un proceso que el investigador deberá ir desarrollando al momento de realizar sus investigaciones que le permitirán analizar, interpretar, discutir los resultados y concluir en conocimientos nuevos que permitan resolver la problemática de su investigación.

### **2. Variable dependiente: Habilidades para elaborar proyectos de investigación**

Pérez y López (1999) definen las habilidades para elaborar proyectos de investigación como: el dominio que debe poseer el sujeto de acciones psíquicas y prácticas que le permitan detectar una situación problemática y buscar alternativas de solución utilizando la investigación científica (p. 22).

Moreno (2005), indica la importancia del valor de la zona de desarrollo próximo como parte esencial del proceso de formación profesional y las habilidades necesarias para elaborar proyectos de investigación, según el autor empiezan a desarrollarse desde mucho antes que el individuo haya tenido una formación previa para la investigación, que en su mayoría no se desarrollan sólo para la realización de las actividades investigativas. Al respecto los docentes formadores de las habilidades investigativas cumplen un papel primordial en el investigador en formación al potenciar sus habilidades para que éste pueda realizar investigación de buena calidad (p. 527).

Al respecto Machado et al. (2008) define la habilidades para elaborar proyectos de investigación como: “El dominio de la acción desplegada para dar solución a tareas investigativas en el ámbito docente, laboral y propiamente investigativo con los recursos de la metodología de la ciencia” (p. 164). En el presente estudio consideramos que es la definición que mejor explica la relación que debe existir entre el proceso de formación de la investigación en pregrado con las habilidades para elaborar proyectos de investigación.

#### **2.1. Dimensiones de la variable Habilidades para elaborar proyectos de investigación**

##### **2.1.1. Habilidades para elaborar el planteamiento del problema**

Según Chirino (2002) el problematizar contempla el asociar la realidad educativa, entendida dentro del contexto de actuación profesional pedagógica con los conocimientos científicos y los valores ético-profesionales que tiene el sujeto, lo que conduce a detectar problemas profesionales pedagógicos (p.

93).

Dentro de las contradicciones esenciales se pueden señalar: Contradicciones que son eminentemente teóricas las cuales se dan a partir de ciertas necesidades para resolver insuficiencias de la práctica y la limitación de la teoría que se domina para ello; es pues una contradicción que se da entre el saber y el no saber. Contradicciones que se dan entre la teoría y la práctica, contradicciones entre lo conocido y las nuevas exigencias de la práctica, entre el saber y el saber hacer. Contradicciones eminentemente prácticas que se dan entre la práctica cotidiana y la calidad del egresado, entre el saber hacer y el deber ser. El estudio de estas contradicciones contempla el análisis de la teoría científica de la realidad, lo que permite caracterizar e identificar el problema profesional.

### 2.1.2. Habilidades para elaborar bases teóricas

Constituyen las habilidades para la búsqueda, la aplicación y la socialización de los conocimientos científicos esenciales así como para interpretar y explicar la realidad educativa, es decir asumir posiciones personales, científicas y éticas que permitirán proyectarla de forma enriquecida. (Chirinos, 2002)

Por tanto las bases teóricas surgen de una adecuada búsqueda de información, aplicación y la socialización de los conocimientos científicos esenciales, para poder interpretar y también explicar la realidad; así como asumir posiciones personales científicas y éticas que le permitan proyectarla de forma enriquecida. A partir de este análisis de los distintos momentos y las distintas situaciones en que es necesario teorizar, se proponen operaciones que son esenciales para dicha habilidad generalizadora cuyo orden podría establecerse de forma situacional y no secuencial necesariamente. Por ello se plantean los siguientes pasos: Detección, obtención y consulta de la literatura, recopilación de información de interés, construcción del marco teórico. Análisis de textos y de datos, explicación de ideas, de situaciones y de hechos, comparación de criterios científicos. Fundamentación de criterios científicos, elaboración de conclusiones, modelación de soluciones científicas para situaciones específicas, redacción de ideas científicas, determinación de indicadores del objeto de estudio, explicación de hipótesis, modelación de soluciones científicas a los problemas de índole profesional y redacción de trabajos científicos y conclusiones con una mayor variedad, amplitud y profundidad de criterios.

### 2.1.3. Habilidades para desarrollar el aspecto metodológico

Según Chirinos (2002) las habilidades para elaborar proyectos de investigación, comprobar la realidad educativa se corresponde con la permanente verificación del proceso y de los resultados de la aplicación de las propuestas educativas las cuales constituyen “alternativas científicas de solución de los problemas de la realidad educativa, y que permite evaluar sus logros y sus dificultades desde posiciones científicas y éticas” (p. 94).

Comprobar la realidad problemática es verificar permanentemente el proceso y los resultados de la aplicación de las propuestas que constituyen alternativas científicas de solución a los problemas de la realidad, lo cual permitirá evaluar sus logros y dificultades desde posiciones científicas y éticas, que contribuyan a su perfeccionamiento constante a partir de su introducción en la práctica.

A partir del análisis se comprueba que en la realidad, se proponen operaciones esenciales de dicha habilidad generalizadora, operaciones como: Interpretación de datos y de gráficos, elaboración de instrumentos sencillos de investigación que permitan de manera general explorar la realidad, aplicación de los métodos de investigación (fundamentalmente teóricos), ordenación en forma lógica la información, evaluación de los resultados de forma global, selección de métodos de investigación, elaboración de instrumentos de investigación atendiendo a los indicadores del objeto de estudio, aplicación de métodos e instrumentos de investigación (tanto teóricos como empíricos), ordenación, tabulación y procesamiento de información recopilada, comparación de los resultados obtenidos con el objeto planteado y evaluación detallada de la información.

#### Objetivo general

Determinar la influencia de la aplicación de estrategias investigativas en las habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo.

#### Objetivos específicos

**O1** Determinar la influencia de la aplicación de estrategias investigativas en las habilidades para realizar el planteamiento del problema en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018.

**O2** Determinar la influencia de la aplicación de estrategias investigativas en las habilidades para realizar las bases teóricas en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018.

**O3** Determinar la influencia de la aplicación de estrategias investigativas en las habilidades para realizar el aspecto metodológico en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018.

**II. MATERIAL Y MÉTODO**

La investigación fue de tipo aplicada, porque tuvo como fin resolver el problema de aplicación de estrategias investigativas de los estudiantes para elaborar los proyectos de investigación. El enfoque de investigación fue cuantitativo, el diseño de investigación fue experimental, el nivel que cuasi experimental; que comprende dos grupos: grupo experimental grupo de control, el mismo que se grafica a continuación:

<b>G.E.</b>	<b>01</b>	<b>X</b>	<b>02</b>
<b>G.C.</b>	<b>03</b>	<b>—</b>	<b>04</b>

- Dónde:  
 GE: Grupo experimental  
 GG: Grupo control  
 O1 y O3: Pre- test  
 X: Tratamiento Experimental (Aplicación de estrategias investigativas)  
 O2 y O4: Post test  
 —: No hay tratamiento experimental

La población lo constituyeron 750 estudiantes, la muestra está conformada 145 estudiantes del noveno ciclo de la Facultad de Ciencias Empresariales: siendo 97 estudiantes de la escuela de Administración de Empresas y Negocios internacionales que constituyeron el Grupo Experimental y 48 estudiantes de la escuela de Contabilidad que conformaron el Grupo Control, de la Universidad Cesar Vallejo, del Campus Ate en el año 2018. La técnica e instrumentos de recolección de datos de la investigación utilizadas en el trabajo de investigación fue la encuesta y el cuestionario respectivamente.

**III. RESULTADOS**

Para la obtención de los resultados se administró una escala de Likert el cual medirá el nivel de estrategias investigativas para la elaboración de proyectos de investigación en los estudiantes

**TABLA N° 1**  
 Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

	Pretest: Habilidades para elaborar proyectos de investigación	Postest: Habilidades para elaborar proyectos de investigación
U de Mann-Whitney	2096,000	262,500
Z	-1,594	-9,131
Sig. asintótica (bilateral)	,111	,000
a. Variable de agrupación: Grupos		

**TABLA N° 2**  
 Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

	Pretest: Habilidades para realizar el planteamiento del problema	Postest: Habilidades para realizar el planteamiento del problema
U de Mann-Whitney	1064,000	30,000
Z	-1,945	-10,031
Sig. asintótica (bilateral)	,451	,000
a. Variable de agrupación: Grupos		

**TABLA N° 3**  
 Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes<sup>a</sup>

	Pretest: Habilidades para realizar las bases teóricas	Postest: Habilidades para realizar las bases teóricas
U de Mann-Whitney	1088,000	1856,500
Z	-1,539	-5,539
Sig. asintótica (bilateral)	,000	,000
a. Variable de agrupación: Grupos		

**TABLA N° 4**  
 Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes<sup>a</sup>

	Pretest: Habilidades para realizar el aspecto metodológico	Postest: Habilidades para realizar el aspecto metodológico
U de Mann-Whitney	2262,000	1482,000
Z	-,305	-3,655
Sig. asintótica (bilateral)	0,760	,000
a. Variable de agrupación: Grupos		

Interpretación. La tabla 4 presenta la comparación entre el grupo de control y grupo experimental antes y después de la aplicación de la aplicación de las estrategias investigativas. Los resultados de la prueba U de Mann Whitney en la condición pre test indican la no existencia de diferencias significativas en los niveles de las habilidades para realizar el aspecto metodológico entre los grupos de estudio en el pretest ( $z = -3,305$ ,  $p > 0.01$ ), siendo mayor el rango promedio en el grupo de experimental (73,68) con respecto al grupo control (rango promedio = 71,63); pero luego de la aplicación de la aplicación de las estrategias investigativas (post test) se observa diferencias altamente significativas ( $z = -3,655$ ,  $p < 0.01$ ) a favor del grupo experimental, porque el rango promedio del grupo experimental (81,72) mayor a la del grupo de control (55,38).

Por tanto, sobre la base de los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis nula, en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna la cual sostiene que: La aplicación de estrategias investigativas influyen significativamente en las habilidades para realizar el aspecto metodológico en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018.

**IV. DISCUSIÓN**

Luego del análisis de los resultados se logró hallar que la aplicación de estrategias investigativas que influyen significativamente en las habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018. (En el Postest:  $p < 0,05$ ,  $Z = -9,431 > -1,96$  y Rango promedio =  $94,29 > 29,97$ ), al respecto se hallaron resultados similares en la tesis de Herrera (2016), titulada Estrategias investigativas y su influencia en la elaboración del proyecto de investigación científica. Caso: estudiantes de la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas de la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba en Ecuador - 2015, donde se ha demostrado que existe una influencia muy significativa del programa de estrategias

investigativas PEIPIC en el aprendizaje de la planificación del proyecto de investigación científica, según Mann Whitney de 0,000 y siendo altamente significativo.

Por su parte Murcia (2015), en su tesis Propuesta didáctica para desarrollar competencias investigativas en estudiantes de carreras técnicas profesionales en el centro de investigación, docencia y consultoría administrativa- CIDCA- Bogotá, evidenció que hay una deficiencia en la comprensión de lectura y en la redacción, es decir que independientemente de lo que se trabaje en investigación, los estudiantes requieren de un refuerzo en lectoescritura, pertinentes en otras asignaturas establecidas en su plan de estudios, también que los talleres y documentos presentados en clase, en grupo debería reflejar un mejor desempeño, por tener la participación de varias personas, pero por el contrario esto lleva a pensar, que cuando se conforman equipos de estudio, con frecuencia no evidencian la efectividad requerida y se asocian solo para cumplir con el requisito de la asignatura, sin reflejarse aportes en las actividades y alcance de las competencias definidas para la materia, esto se refleja al momento de exponerle a docente.

Por otro lado, se halló que la aplicación de estrategias investigativas influyen significativamente en las habilidades para realizar el planteamiento del problema en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad César Vallejo, Ate, 2018. (En el Posttest:  $p < 0,05$ ,  $Z = - 10,031 > -1,96$  y Rango promedio =  $96,69 > 25,13$ ), al respecto se hallaron resultados similares en la tesis de Quipuscoa (2013), titulada Modelo matricial para la evaluación de la consistencia epistémica del discurso científico de informes de tesis de egresados del Instituto Superior Pedagógico Público “Indoamérica” de Trujillo-Perú, donde se concluyó que el nivel de consistencia epistemológica del discurso científico de los informes de tesis de los egresados del instituto Superior Pedagógico Público “Indoamérica” de Trujillo fue Medio-Bajo en las especialidades de Educación Inicial y Secundaria; en la especialidad de Educación Primaria, la cuarta parte de informes alcanzó un nivel Óptimo en las dimensiones de coherencia, completitud, alcance explicativo y pertinencia; ninguno de los discursos.

Asimismo, se encontró que la aplicación de estrategias investigativas influyen significativamente en las habilidades para realizar las bases teóricas en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad César Vallejo, Ate, 2018. (En el Posttest:  $p < 0,05$ ,  $Z = -$

$5,539 > -1,96$  y Rango promedio =  $82,82 > 68,14$ ), al respecto se hallaron resultados similares en la tesis de Ordoñez (2017), titulada Aplicación del método heurístico y desarrollo de habilidades de investigación en estudiantes en etapa de investigación formativa, donde concluyó que al validar la estrategia didáctica metodológica con base en el método heurístico que guíe el desarrollo de las habilidades de investigación se demuestra la relación causal existente entre la aplicación del método heurístico y el desarrollo de habilidades de investigación en los estudiantes en etapa formativa de la Carrera de Contabilidad y Auditoría de una universidad privada de la ciudad de Guayaquil.

Por último se halló que la aplicación de estrategias investigativas influyen significativamente en las habilidades para realizar el aspecto metodológico en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018. (En el Posttest:  $p < 0,05$ ,  $Z = - 3,655 > -1,96$  y Rango promedio =  $81,72 > 55,38$ ), al respecto se hallaron resultados similares Figueroa (2017), titulada Estrategia de aprendizaje para desarrollar habilidades investigativas en los estudiantes de la Escuela de Cultura Física de la Universidad Técnica de Babahoyo, donde se concluyó que los talleres pedagógicos como estrategia de aprendizaje han influido de forma significativa en el Desarrollo de Habilidades investigativas en los estudiantes, porque se aprecian diferencias significativas entre los grupos de control y experimental en el post test de las habilidades investigativas, según la U de Mann-Whitney, siendo el nivel de significancia de 95% menor al 0,05 es decir ,000 por lo que se rechaza la hipótesis nula y se tiene que: Existe una diferencia significativa entre el grupo de control y el grupo experimental en el post test, luego de haberse aplicado los talleres pedagógicos como estrategia de aprendizaje en el desarrollo de las habilidades investigativas de los estudiantes.

## V. CONCLUSIONES

La aplicación de estrategias investigativas influye significativamente en las habilidades para elaborar proyectos de investigación en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018. (En el Posttest:  $p < 0,05$ ,  $Z = - 9,431 > -1,96$  y Rango promedio =  $94,29 > 29,97$ ).

La aplicación de estrategias investigativas influyen significativamente en las habilidades para realizar el planteamiento del problema en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018. (En el Posttest:  $p < 0,05$ ,  $Z = - 10,031 > -1,96$  y Rango promedio =

96,69 > 25,13)

La aplicación de estrategias investigativas influyen significativamente en las habilidades para realizar las bases teóricas en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018. (En el Posttest:  $p < 0,05$ ,  $Z = -5,539 > -1,96$  y Rango promedio =  $82,82 > 68,14$ )

La aplicación de estrategias investigativas influyen significativamente en las habilidades para realizar el aspecto metodológico en estudiantes de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Cesar Vallejo, Ate, 2018. (En el Posttest:  $p < 0,05$ ,  $Z = -3,655 > -1,96$  y Rango promedio =  $81,72 > 55,38$ )

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernal, C. (2006). Metodología De La Investigacion. Colombia: Pearson.
- Blanco, N. (2016). El desarrollo de las habilidades investigativas en los estudiantes de medicina desde la educación en el trabajo (Tesis doctoral). Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- Camposeco, F. (2012). La autoeficacia como variable en la motivación intrínseca y extrínseca en matemáticas a través de un criterio étnico. (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, España. Recuperado de: <http://eprints.ucm.es/16670/1/T34002.pdf>
- Carrasco, S. (2009) Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos.
- Chirino, V. (2002). Perfeccionamiento de la formación inicial investigativa de los profesionales de la educación. (Tesis Doctoral), Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona", La Habana.
- Dewey, J. (1989). Cómo pensamos. España: Paidós.
- Fernández, C. (2012) Metodología Docente, Motivación Y Rendimiento. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid. Madrid.
- Figueroa, M. (2017). Estrategias de aprendizaje para desarrollar habilidades investigativas en estudiantes de la Escuela de Cultura Física de la Universidad Técnica de Babahoyo. Lima: Universidad Nacional Mayo de San Marcos. Obtenido de [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6965/Figueroa\\_sm.pdf?sequence=1](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/6965/Figueroa_sm.pdf?sequence=1)
- Flores, J. (1993) Investigación científica. Lima: UNMSM
- Galán, M. (2011). Metodología de la Investigación. Obtenido de Definición de políticas y líneas de investigación en la Universidad: <http://manuelgalan.blogspot.com>
- González, T. (2017). Modelo para el desarrollo de competencias investigativas con enfoque interdisciplinario en tecnología de la Salud (Tesis doctoral). Cuba: Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. Obtenido de <file:///C:/Users/Marcos/Downloads/Tania%20Rosa.pdf>
- Herrera, C. (2016). Estrategias investigativas y su influencia en la elaboración del proyecto de investigación científica. Caso: estudiantes de la Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas de la Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 2015. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Linares, J. (2014). Estudio de la motivación al logro en los estudiantes de la escuela de bibliotecología y archivología de la UCV. (Tesis de Maestría). Venezuela: Universidad Central de Venezuela. Recuperado de: <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/1253/1/MOTIVACI.PDF>
- Machado Ramírez, E. F., Montes de Oca Recio, N., & Mena Campos, A. (2008). El desarrollo de habilidades investigativas como objetivo educativo en las condiciones de la universalización de la educación superior. *Pedagogía Universitaria*. XIII (1), 156-180. Recuperado de <http://revistas.mes.edu.cu/PedaQQQiaUniversitaria/articulos/2008/numero/189408108.pdf>.
- Moreno, M.G. (2005). Potenciar la educación. Un currículum transversal de formación para la investigación. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 3 (1), 520-540. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1130331>
- Murcia, J. (2015). Propuesta didáctica para desarrollar competencias investigativas en estudiantes de carreras técnicas

profesionales en el centro de investigación, docencia y consultoría administrativa- CIDCA- Bogotá. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Nagamine, M. (2017). Factores para el logro de las competencias investigativas en una universidad privada, Lima 2015. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

Ñaupas, H. (2011) Metodología de la Investigación Científica y Asesoramiento de Tesis Segunda Edición. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Ordoñez, R. (2017). Aplicación del método heurístico y desarrollo de habilidades de investigación en estudiantes en etapa de investigación formativa. (Tesis doctoral) Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima.

Pérez, C. & López, L. (1999). Las habilidades e invariantes investigativas en la formación del profesorado. Una propuesta metodológica para su estudio. *Pedagogía Universitaria*, 4(2), 13-44. Recuperado de <http://revistas.mes.edu.cu/Pedagoqia-Universitaria/articulos/1999/2/189499202.pdf>.

Pozo, I. y Pérez, P. (1998) La solución de problemas. Aula XXI. México: Santillana.

Quipuscoa, M. (2013). Modelo matricial para la evaluación de la consistencia epistémica del discurso científico de informes de tesis de egresados del Instituto Superior Pedagógico Público “Indoamérica” de Trujillo-Perú. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

**Avifauna de los humedales costeros del departamento de La Libertad, 2016****Avifauna of the coastal wetlands of the department of La Libertad, 2016**Geiner Manuel Bopp Vidal<sup>1</sup>**RESUMEN**

Las poblaciones de aves acuáticas estables o en crecimiento son indicadores útiles del funcionamiento saludable de humedales. Han sido usadas exitosamente como símbolos poderosos en lograr la conservación de los humedales y promover el uso sostenible de recursos naturales de los humedales a lo largo del mundo, el objetivo fue determinar la avifauna los humedales costeros Campo Nuevo y Cañoncillo, del Departamento de La Libertad, 2016. El estudio se realizó en los humedales Campo Nuevo y El Cañoncillo, La Libertad, durante los meses de abril 2016 a setiembre 2017. El muestreo de Hábitats terrestre se registró cualitativamente mediante inventario, la identificación taxonómica se realizó en laboratorio con ayuda de bibliografía especializada. Se identificó 95 especies de aves en los humedales de estudio, de las dos zonas de muestreo, la que tiene mayor número de especies es el humedal El Cañoncillo, en el que se identificó 15 órdenes y 30 familias y 52 especies, siendo el orden Passeriformes el más representativo con 13 familias y 24 especies, En el humedal Campo Nuevo se identificó 13 órdenes y 25 familia y 43 especies, el orden Passeriformes el más representativo con 7 familias y 10 especies.

**Palabras clave:** Avifauna, humedales costeros, La libertad

**ABSTRACT**

Stable or growing waterbird populations are useful indicators of healthy wetland functioning. They have been used successfully as powerful symbols in achieving wetland conservation and promoting the sustainable use of natural resources of wetlands throughout the world, the objective was to determine the avifauna of the coastal wetlands Campo Nuevo and Cañoncillo, of the Department of La Libertad, 2016. The study was carried out in the wetlands Campo Nuevo and El Cañoncillo, La Libertad, during the months of april 2016-september 2017. The sampling of terrestrial Habitats was qualitatively recorded through inventory, taxonomic identification was performed in the laboratory with the help of specialized bibliography. 95 species of birds were identified in the study wetlands, of the two sampling areas, the one with the largest number of species is the El Cañoncillo wetland, in which 15 orders and 30 families and 52 species were identified, being the order Passeriformes the most representative with 13 families and 24 species. In the Campo Nuevo wetland, 13 orders and 25 families and 43 species were identified, the Passeriformes order the most representative with 7 families and 10 species.

**Keywords:** Avifauna, coastal wetlands, La Libertad.

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo, Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú. [Correo: gmbv27@hotmail.com.pe](mailto:gmbv27@hotmail.com.pe)

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú es un país extraordinariamente megadiverso en flora, fauna y sistemas naturales; está en el primer grupo con alrededor de 5000 especies entre mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces; la flora con más de 25000 especies registradas en las 11 eco-regiones, en que han sido clasificados los sistemas naturales. El 59% del territorio nacional está cubierto por bosques y áreas naturales, que se encuentran en 84 zonas de vida, siendo el país con mayor cantidad de zonas de vida. En La Libertad se han identificado 23 de ellas, destacando las formaciones de bosques secos, los bosques húmedos, el desierto, las conformaciones de matorrales, el monte y el páramo, que hacen del departamento uno de los más importantes en términos de biodiversidad (Cano, et al 1982; León et al 1997; y Mostacero et al. 2010).

El departamento de La Libertad tiene un territorio en el que existen numerosos sistemas naturales llamados ecosistemas frágiles, que no vienen siendo conservados ni protegidos, tanto en la sierra, la selva y en la costa junto al mar. Estos ecosistemas están representados por los humedales, los bosques secos, las lomas, entre otros, cuya importancia es que constituyen una fuente frondosa de vida natural, silvestre, acuática y otros elementos útiles al ser humano. Sin embargo; no vienen recibiendo un adecuado manejo y protección por parte del hombre, por el contrario; se hace uso irracional de estos recursos, generando una crisis y desequilibrio, la cual se manifiesta en el visible deterioro y extinción progresiva de su biodiversidad; especialmente especies vegetales y animales. Los humedales son ecosistemas de gran importancia para el ser humano. Todas las culturas han buscado fuentes de agua para establecerse y para obtener su alimento. Así, muchos humedales han jugado un papel fundamental en el desarrollo de la sociedad humana. Ejemplo de ello fueron los egipcios y el uso del río Nilo, los aztecas en la gran ciudad de Tenochtitlán, rodeada de canales de agua, y actualmente numerosas culturas asiáticas basadas en el cultivo del arroz (Moreno, 2001).

Hay muchas definiciones de lo que es un humedal, en parte porque hay una gran variedad de tipos de humedales, es decir, de pantanos y ciénegas. La Convención Internacional sobre Humedales de Importancia (RAMSAR), plantea que los humedales son todas las extensiones de marismas, pantanos y turberas o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis

metros. (RAMSAR, 2009).

Los humedales deben tener uno o más de los siguientes tres atributos (Mitsch y Gosselink, 2000): El suelo o sustrato debe ser fundamentalmente un suelo hidromórfico, no drenado; es decir, debe estar saturado de agua de manera temporal o permanente. Debe presentar una lámina o capa de agua poco profunda o agua subterránea próxima a la superficie del terreno, ya sea permanente o temporal, y al menos periódicamente, el terreno debe mantener de manera predominante una vegetación acuática.

Los humedales son recursos plurifuncionales que suministran productos importantes (agua, leña, plantas silvestres, aves, etc.) que son comercializados o no, y cumplen funciones para uso de subsistencia. También desempeñan un número elevado de funciones ecológicas que sustentan la actividad económica; estas no son comercializadas o monetizadas, ya que el apoyo a la actividad productiva es indirecta. Por esta razón, dichas funciones ecológicas no suelen ser valoradas. La dificultad para el reconocimiento de los humedales radica en que algunos servicios ambientales, recursos biológicos y valores recreativos poseen las cualidades de lo que se denomina un bien público o un bien común; como tales suelen ser percibidos como gratuitos (Barbier et al, 1997).

De igual forma, han sido considerados por la Convención de Ramsar como ecosistemas frágiles. Su alta fragilidad está asociada a causas naturales (ejemplo: extensas sequías) y antrópicas (ejemplo: agricultura no sostenible, pastoreo excesivo y minería no sostenible en el páramo y la puna). Muchos se están perdiendo de manera acelerada, sobre todo por mal manejo y desconocimiento de su importancia económica y ecológica (MINAM, 2014).

Se estima que los humedales, abarcan más de 1.280 millones de hectáreas en todo el planeta aunque estas estimaciones varían significativamente entre los diferentes estudios y dependen fuertemente de la definición de humedales utilizada y de los métodos para delimitarlos (Luna, 2005 y RAMSAR, 2009). En el Perú se han reconocido un total de 92 humedales costeros: 56 naturales, 11 artificiales, 11 extinguidas y 14 desembocaduras de ríos; en la costa de la Región La Libertad, por su lado, se consideran a 16 cuerpos de agua dentro de esta categoría: Guadalupito, Tres Chozas, Chao, Compositan, El Carmelo-Virú, Puerto Morí o Punta Guañape, Salaverry, Choc-choc, Pozo del Diablo, Tres Palos, El Charco, Boca de Río Chicama, Boca La Grama, San Bartolo, El Tubo, Cañoncillo y Boca de Río Jequetepeque (Pro Naturaleza, 2010).

Las poblaciones de aves acuáticas estables o en crecimiento son indicadores útiles del funcionamiento saludable de humedales. Han sido usadas exitosamente como símbolos poderosos en lograr la conservación de los humedales y promover el uso sostenible de recursos naturales de los humedales a lo largo del mundo. A través del uso simbólico de aves, es a menudo, más fácil de interesar al hombre común, políticos y tomadores de decisiones, que evocar símbolos con menos carga emocional como son los propios humedales o incluso las especies de sangre fría como los peces. Las aves acuáticas migratorias utilizan una variedad de áreas de humedales a lo largo de la ruta del Pacífico sur, incluyendo manglares, estuarios, pantanos de agua dulce, marismas, lagos, albuferas y salares, siendo de gran importancia económica para las poblaciones locales. Estos humedales proveen los recursos de subsistencia (p.ej. peces, madera para combustible, fauna, materiales de la construcción, sal, etc.) y funciones básicas como la provisión de agua dulce, protección contra las tormentas, y control de erosión. Grandes áreas de hábitat están conservadas y algunas, todavía, están relativamente sin mayores presiones. Sin embargo, la situación está cambiando rápidamente y hay probabilidades que pronto desaparezcan (Pro Naturaleza, 2010).

Los humedales costeros de Perú están considerados como sitios importantes para la presencia de aves acuáticas residentes, así como también, por constituirse en corredores biológicos de aves migratorias pues sirven de sitios para anidación, alimentación y forrajeo (Gatto et al., 2005; González et al., 2011; Serrano et al., 2013).

Se han realizado investigaciones referentes a la avifauna de humedales en el norte del país (Rivas et al, 2013) y se ha establecido que su presencia es importante para determinar el estado en que se encuentran los humedales como ecosistemas frágiles, debido a que están amenazados por la ampliación de la frontera agrícola y el urbanismo (Iannacone et al., 2010). El objetivo de la investigación fue determinar la avifauna los humedales costeros Campo Nuevo y El Cañoncillo, del Departamento de La Libertad, 2016.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

El muestreo se realizó en los humedales Campo Nuevo y El Cañoncillo, La Libertad, durante los meses de abril 2016 a setiembre 2017.

### Muestreo de Hábitats Terrestres:

#### - Registros Cualitativos – Inventarios

El inventario de especies, es decir la identificación de

las especies presentes en una determinada área, se llevó a cabo mediante el registro de observaciones directas e indirectas, las que proporcionaron información cualitativa de presencia/ausencia de especies. Los métodos indirectos incluyen el registro de cantos, huellas, refugios, nidos, fecas, escaraduras, plumas y/o cadáveres, y permiten detectar la presencia de especies menos conspicuas. Las áreas recorridas fueron constantemente escaneadas con binoculares y se realizaron además grabaciones de los cantos de las aves usando una grabadora con micrófono unidireccional y tomas fotográficas.

#### - Almacén de Datos de Campo

Una vez finalizado el muestreo en el campo, los datos fueron ordenados para su análisis e interpretación. La información escrita en las libretas de campo fue almacenada en una hoja de trabajo electrónica.

#### Fase de Análisis de Información

##### -Identificación Taxonómica en Laboratorio

Las observaciones, anotaciones, capturas con redes de neblina, plumas y otras partes morfológicas encontrados fueron analizadas para su debido tratamiento y luego ser utilizados en la identificación taxonómica, la que fue complementada con vistas fotográficas.

Las muestras una vez tratadas y hecha la revisión de características, y observando las vistas fotográficas, se determinaron las especies con apoyo de literatura especializada (BirdLife International. 2007; Canaday y Jost, 1999; Clements y Shany, 2001; Schulenberg, 2010)

## III. RESULTADOS

Tabla 1: Lista de Aves del Humedal Campo Nuevo

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	
<u>Podicipediformes</u>	<u>Podicipedidae</u>	<u>Podilymbus podiceps</u>	"zambullidor pico grueso"	
		<u>Ardea alba</u>	"garza blanca grande"	
<u>Ciconiiformes</u>	<u>Ardeidae</u>	<u>Egretta thula</u>	"garza blanca chica"	
		<u>Egretta caerulea</u>	"garza azul"	
		<u>Subulcus ibis</u>	"garza bueyera"	
		<u>Butorides striatus</u>	"huaquillo"	
		<u>Nycticorax nycticorax</u>	"huaco"	
		<u>Treskiornithidae</u>	<u>Plegadis ridgwayi</u>	"yanavico"
	<u>Cathartidae</u>	<u>Coragyps atratus</u>	"gallinazo cabeza negra"	
		<u>Cathartes aura</u>	"gallinazo cabeza roja"	
	<u>Suliformes</u>	<u>Phalacrocoracidae</u>	<u>Phalacrocorax brasilianus</u>	"chuita" "cuervo de mar"
	<u>Phoenicopteriformes</u>	<u>Phoenicopteridae</u>	<u>Phoenicopterus chilensis</u>	"flamenco"
<u>Anseriformes</u>	<u>Anatidae</u>	<u>Anas cyanoptera</u>	"pato colorado"	
		<u>Anas bahamensis</u>	"pato cara blanca"	
<u>Accipitriformes</u>	<u>Accipitridae</u>	<u>Geranoaetus polyosoma</u>	"aguilucho "(gavilán)"	
	<u>Pandionidae</u>	<u>Pandion haliaetus</u>	"águila pescadora"	
<u>Falconiformes</u>	<u>Falconidae</u>	<u>Falco sparverius</u>	"cernicalo americano"	
<u>Gruiformes</u>	<u>Rallidae</u>	<u>Gallinula chloropus</u>	"polla de agua"	
			"gallareta"	

Charadriiformes	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	"chorlo de doble collar"
		<i>Charadrius semipalmatus</i>	"Chorlo de collar"
	Scolopacidae	<i>Actitis macularia</i>	"playero coleador"
		<i>Calidris alba</i>	"playero blanco"
	Recurvirostridae	<i>Tringa flavipes</i>	"pata amarilla menor"
Laridae	<i>Himantopus mexicanus</i>	"Cigüeñuela"	
	<i>Leucophaeus modestus</i>	"gaviota gris"	
	<i>Larus belcheri</i>	"gaviota peruana"	
Columbiformes	Columbidae	<i>Chroicocephalus cirrocephalus</i>	"gaviota cabecigris"
		<i>Zenaida auriculata</i>	"rabiblanca"
		<i>Zenaida meloda</i>	"cucula"
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Columbina cruziana</i>	"tortolita"
		<i>Crotophaga sulcirostris</i>	"guardacaballo"
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	"lechuza de los arenales"
		<i>Asio flammeus</i>	"Flamenco gris."
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	"golondrina azul"
	Furnariidae	<i>Phileoeryptes melanops</i>	"totorero" "junquero"
		<i>Geositta peruviana</i>	"pampero peruano"
		<i>Anthus lutescens</i>	"cachirila variada"
	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	"saltapalitos"
	Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	sichsanka o chingolo"
		<i>Passer domesticus</i>	"gorrión doméstico"
	Tyrannidae	<i>Tachuris rubrigastra</i>	"sietecolores"
		<i>Pyrocephalus rubinus</i>	"turtupilin"
		<i>Stumella bellicosa</i>	peche

Icteridae	<i>Molothrus bonariensis</i>	"garrapatero"
Hirundinidae	<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>	"golondrina azul"
Mimidae	<i>Mimus longicaudatus</i>	"chisco"
Furnariidae	<i>Phileoeryptes melanops</i>	"totorero" "junquero"
	<i>Geositta peruviana</i>	"pampero peruano"
	<i>Furnarius leucopus</i>	"chilala"
Motacillidae	<i>Synallaxis stictothorax</i>	"piju"
	<i>Anthus lutescens</i>	"cachirila variada"
Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	"saltapalitos"
	<i>Catamenia analis</i>	"pico de oro"
	<i>Sialia flaveola</i>	"botón de oro"
Poliptilidae	<i>Poliptilia plumbea</i>	"perlita gris"
Fringillidae	<i>Spinus magellanicus</i>	"jilguero"
Thamnophilidae	<i>Sakesphorus canadensis</i>	"batara cresta negra"
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	"gorrión peruano"
Cotingidae	<i>Zaratornis stresemanni</i>	"cotinga cariblanco"
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus fasciatus</i>	"choqueco"
	<i>Troglodytes superciliosus</i>	"cucarachero"
Tyrannidae	<i>Dives warszewiczi</i>	"tordo fino"
	<i>Camptostoma obsoletum</i>	"mosquerito sibador"
	<i>Tachuris rubrigastra</i>	"sietecolores"
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	"turtupilin"
	<i>Mitodynastes bairdii</i>	"mosquero de Bairdii"

Tabla 2: Lista de Aves del Humedal El Cañoncillo

ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
Podicipediformes	Podicipedidae	<i>Podilymbus podiceps</i>	"zambullidor pico grueso"
Ciconiiformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	"garza blanca grande"
		<i>Egretta thula</i>	"garza blanca chica"
		<i>Egretta caerulea</i>	"garza azul"
		<i>Bubulcus ibis</i>	"garza bueyera"
		<i>Butorides striatus</i>	"huaquillo"
	<i>Nycticorax nycticorax</i>	"huaco"	
	Treskiornithidae	<i>Plegadis ridgwayi</i>	"yanavico"
	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	"gallinazo cabeza negra"
Suliformes	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	"chuita" "cuervo de mar"
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas cyanoptera</i>	"pato colorado"
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Anas bahamensis</i>	"pato cara blanca"
		<i>Geranoaetus polyosoma</i>	"aguilucho (gavilán)"
	Pandionidae	<i>Pandion haliaetus</i>	"águila pescadora"
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	"cernicalo americano"
Gruiformes	Rallidae	<i>Gallinula chloropus</i>	"polla de agua" "gallareta"
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	"rabiblanca"
		<i>Zenaida meloda</i>	"cucula"
		<i>Columbina cruziana</i>	"tortolita"
		<i>Leptotila verreauxi</i>	"budú"
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Forpus coelestis</i>	"periquito"
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	"guardacaballo"
Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	"lechuza de los arenales"
		<i>Glaucidium peruanum</i>	"paca paca"
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>Chordeiles acutipennis</i>	"chotacabras"
Trochiliformes	Trochilidae	<i>Amazilia amazilia</i>	"picaflor del paca"
		<i>Nyrtis fanny</i>	"picaflor de Fanny"
Piciformes	Picidae	<i>Veniliornis callinotus</i>	"carpintero"

#### IV. DISCUSIÓN

El Perú es un país megadiverso, lo cual quiere decir que tiene una riqueza biológica superior al promedio de los demás países en el mundo. En cuanto a las aves, el Perú ocupa el segundo lugar en riqueza de especies; debido a la variedad de sus paisajes (Clements & Shany 2001, Schulenberg et al., 2007).

Un humedal está formado por una serie de componentes tanto físicos-químicos, biológicos, como el suelo el agua, especies de animales y vegetales. Los procesos entre estos componentes permiten que los humedales desempeñan funciones como regular los ciclos hidrológicos, productos naturales como pesca, fibras vegetales. Se les considera los riñones del planeta al ser verdaderos vertederos y transformadores de múltiples materiales biológicos, químicos y genéticos. Los humedales pueden filtrar y absorber contaminantes dentro de los ciclos químicos y biológicos, así como receptores de aguas naturales y artificiales (Abarca y Cervantes, 1996).

Los humedales de Trujillo son catalogados por Pronaturaleza (2010), como estanque artificial para Campo Nuevo y el Cañoncillo como Lagunas costeras de agua dulce.

En la investigación de los humedales costero se identificó 95 especies de aves, en las dos zonas de muestreo, la que tiene mayor número de especies es el Humedal El Cañoncillo, en el que se identificó 15 órdenes, 30 familias y 52 especies, siendo el orden Passeriformes el más representativo con 13 familias y 24 especies, la familia Ardeidae se identificó 6 especies siendo esta familia la más representativa en el humedal.

En el humedal Campo Nuevo se identificaron 13 órdenes y 25 familias, siendo el orden Passeriformes el más representativo con 7 familias y 10 especies.

En la costa bañada por el Océano Pacífico, en los humedales costeros, en manglares, en los ríos de la vertiente occidental de los Andes, en las lagunas alto andinas, en los pantanos amazónicos e incluso en ambientes acuáticos artificiales hay aves que se han adaptado a estos ambientes y han desarrollado una comunidad interdependiente. Las aves acuáticas vienen a ser entonces, indicadores de los ambientes acuáticos donde viven. Hay ciertas especies que tienen un rango totalmente restringido a un ambiente acuático y son consideradas endémicas; totalmente dependientes de dicho ambiente. Entre las aves acuáticas se tiene a las migratorias, las cuales pueden venir de Norteamérica, las alturas andinas o del sur de Sudamérica. Muchas de estas especies son de sumo interés para proyectos de conservación nacional e internacional (González y Pulido, 2009).

El gobierno peruano considera a varios ambientes acuáticos como parte del sistema nacional de áreas protegidas y ha declarado sitios RAMSAR, los cuales son de importancia internacional para la conservación de aves acuáticas (INRENA, 1996). Instituciones del Estado peruano y privadas realizan esfuerzos para declarar áreas de conservación comunal, privada o regional, algunas de las cuales consideran humedales. La iniciativa de conservación se fortalece con información colectada de las comunidades de aves presentes en esos lugares y sus tendencias poblacionales, las que nos indican el comportamiento regular de las poblaciones y permite inferir los impactos de actividades humanas (Wetlands International 2002).

## V. CONCLUSIONES

En el humedal Campo Nuevo se identificaron 13 órdenes y 25 familias, siendo el orden Passeriformes el más representativo con 7 familias y 10 especies.

En El Cañoncillo, se identificaron 15 órdenes y 30 familias siendo el orden Passeriformes el más representativo con 13 familias y 24 especies, la

familia Ardeidae se identificó 6 especies siendo esta familia la más representativa.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barbier, E., M. Acreman & D. Knowler. 1997. Valoración económica de los humedales, guía para decisores y planificadores. Oficina de la Convención Ramsar.
- Bibby C., N. Burgess; D. Hill. 1992. Bird census techniques. British Trust for Ornithology and The Royal Society for the Protection of Birds. 158 p.
- Bird Life International. 2007. BirdLife's online World Bird Database: the site for bird conservation. Version 2.0. Cambridge, UK: BirdLife International [Internet]. [citado 2009 Jun 16]. Disponible en: <http://www.iucnredlist.org/search/search-basic>
- Cano, A.; M. La Torre; B. Leon; K. Young; J. Roque & M. Arakaki. 1982. Estudio comparativo de la flora vascular de los principales humedales de la zona costera del Departamento de Lima, Perú. Em: A. Cano & K.R. Young (Eds). Los Pantanos de Villa: Biología y Conservación. Serie de Divulgación, Museo de Historia Natural UNMSM 1998; 11:181-190.
- Clements J. & N. Shany. 2001. A Field Guide to the Birds of Perú. Ibis Publishing Company. California-USA.
- Gatto, A.; F. Quintana; P. Yorio & N. Lisnizer. 2005. Abundancia y diversidad de aves acuáticas en un humedal marino del Golfo San Jorge, Argentina. Hornero 20(2): 141-152.
- González, O y V, Pulido. 2010. Perú: informe anual. Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2009 [en línea]. En Unterkofler D.A. y D.E. Blanco (eds.): El Censo Neotropical de Aves Acuáticas 2009. Wetlands International, Buenos Aires, Argentina <<http://lac.wetlands.org/>>
- González, A.; A. Vukasovic & C. Estados. 2011. Variación temporal en la abundancia y diversidad de aves en el humedal del Río Itata, región del BíoBío, Chile. Gayana 75 (2): 170-18.
- INRENA. 1996. Estrategia Nacional para la Conservación de Humedales en el Perú. Dirección General de Áreas Naturales Protegidas y Fauna Silvestre. INRENA.

- UNALM.PRONATURALEZA. WI-WWF. Lima – Perú.
- León, B. K.; A.Young & A.Cano.1997. Fitografía y conservación de la Costa Central de l Perú. En: R. Valencia & H. Balslev (Eds.) Estudio sobre diversidad y ecología de plantas (Memorias del II Congreso Ecuatoriano de Botánica). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito; 129- 141.
- Luna, D. 2005. Corporación Ambientes Acuáticos De Chile. Los humedales no pueden esperar: Manual para el uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo. 136 pp, Santiago, Chile ISBN 956-8520.
- Iannacone, J.; M. Atasi; T. Bocanegra; M. Camacho; A. Montes; S. Santos & M. Alayo. 2010. Diversidad de aves en el humedal Pantanos de Villa, Lima, Perú: periodo 2004-2007. *B i o t a N e o t r o p i c a* . <https://doi.org/10.1590/S1676-06032010000200031>
- MINAM. 2014. Estrategia Nacional de Humedales. Documento de consulta pública. Decreto Supremo.2014. MINAM
- Mitsch, W. & G. Gosselink. 2000. Wetlands. J. Wiley and Sons, Nueva York, 920 p.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Mostacero, J.; F. Mejía & O. Gamarra. 2010. Fanerógamas Del Perú (Taxonomía, Utilidad y Ecogeografía).
- PRONATURALEZA – Fundación Peruana Para La Conservación De La Naturaleza. 2010. Los Humedales de la costa Peruana: documento base para la elaboración de una estrategia de conservación. G y G Impresores SAC. Lima. Perú. 94. pp.
- RAMSAR. 2009. Manual de la Convención de Ramsar: Guía a la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971), 4a. edición. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Rivas, E.; E. Pariapaza & E. Núñez. 2013. Aves del Humedal de Santa Julia, Piura - Perú Emil Ludwin Rivas Mogollón Enrique Pariapaza Liviapoma Elio Ivan Nuñez Cortez. UNOP8(1): 10–20.
- Schulenberg, T. 2007. Birds of Peru. Princeton University Press. Italia. Velarde, D. 1998. Censos Nacionales de Aves Acuáticas en El Perú. Grupo Aves del Perú, Embajada Real de Los Países Bajos. Lima-Perú
- Serrano, A.; L. Vázquez; M. Ramos; A. Basáñez & C. Naval. 2013. Diversidad y Abundancia de Aves en un Humedal del Norte de Veracruz, México. *Acta Zoológica Mexicana* 29(3): 473–485.
- WETLANDS INTERNATIONAL. 2002. Waterbirds Population Estimates – Third Edition Wetlands International Global Series No. 12, Wageningen, The Netherlands

**Plantas con potencial biorremediador en el “Cerro El Toro” Shiracmaca -  
Huamachuco, Perú. 2016**

**Plants with potential biorremediator in the “Cerro El Toro” Shiracmaca -  
Huamachuco, Peru. 2016**

Narda Marisol Alarcón Rojas & Freddy Peláez Peláez  
Facultad de Ciencias Biológicas - Universidad Nacional de Trujillo.

**RESUMEN**

Con el objetivo de determinar las plantas con potencial fitorremediador en el cerro “El Toro”, se establecieron cuatro puntos de muestreo, tomándose muestras de suelo superficial y de plantas vasculares presentes. El material fue trasladado al laboratorio de Botánica de la Facultad de CCBB de la UNT, para la identificación de las especies y se prepararon las muestras de suelo y plantas para la determinación de los metales mediante un ICP-OES. Los resultados han evidenciado que existe alto contenido de metales pesados en el suelo, especialmente de Pb y As, superando los ECA para suelo; así mismo, las plantas de *Bidens triplinervia*, *Lepidium pubescens*, *Baccharis libertadensis* y *Sonchus oleraceus* son capaces de crecer en suelos con alto contenido de metales pesados, siendo hiperacumuladoras a excepción de *B. triplinervia* que tiene la capacidad para fitoestabilizar metales en sus raíces.

*Palabras clave:* Minería, Cerro el Toro, Metales, Fitorremediación

**ABSTRACT**

In order to determine the plants with phytoremediation potential in the hill "El Toro", four sampling points were established, taking samples of superficial soil and vascular plants present. The material was transferred to the Botany laboratory of the CCBB Faculty of the UNT, for the identification of the species and soil and plant samples were prepared for the determination of metals by means of an ICP-OES. The results have evidenced that there is a high content of heavy metals in the soil, especially of Pb and As, surpassing the ECAs for soil likewise, the plants of *Bidens triplinervia*, *Lepidium pubescens*, *Baccharis libertadensis* and *Sonchus oleraceus* are capable of growing in soils with a high content of heavy metals, being hyperaccumulators with the exception of *B. triplinervia* that has the capacity to phytostabilize metals in its roots.

*Keywords:* Mining, Cerro el Toro, Metals, Phytoremediation

## I. INTRODUCCIÓN

La minería artesanal, ha ido creciendo a lo largo de los años, pero en el campo de la informalidad, divorciada del avance tecnológico y generando grandes impactos negativos al medio ambiente (IIMP, 2007; Casanova, y Gutiérrez, 2010; SPDA, 2014). En nuestro país, las regiones de Madre de Dios, Puno, Ica-Arequipa y La Libertad, encabezan la lista en este rubro. Para el caso de La Libertad, la minería informal se concentra en las provincias de Sánchez Carrión (Cerro el Toro), Pataz, Otuzco (Salpo), Santiago de Chuco, y últimamente Gran Chimú (Huancajanga, Sayapullito) (Asociación Civil Derecho & Sociedad, 2010). En la provincia de Sánchez Carrión, destaca el Cerro “El Toro”, pues se viene practicando la explotación de oro desde hace aproximadamente veinte años de manera artesanal e informal, con manipulación directa de insumos inapropiados (SPDA, 2014).

Casanova y Gutiérrez (2010), encontraron elevadas concentraciones de algunos metales pesados, tanto en suelo como en las fuentes hídricas aledañas al cerro “El Toro”, donde al pasar un cierto umbral pueden convertirse en elementos muy peligrosos, debido a que no pueden ser degradados y tienen una lenta y difícil eliminación; por ejemplo se ha observado que el Zinc tiene una permanencia de 70 a 510 años, el Cadmio de 13 a 1100 años y el Cobre de 310 a 1500 años, tiempos que pueden variar por los regímenes de humedad y temperatura del suelo, no obstante, no dejan de ser una amenaza inminente (Bech, et. al., 2002).

Ante esta problemática, la fitorremediación o fitolimpieza es una interesante alternativa que usa plantas para remediar suelos contaminados (Baker et. al., 2000; McGrant y Zhao, 2003). Esta tecnología tiene diversas bondades; sin embargo, aún queda mucho por estudiar, por ejemplo, el desarrollo a nivel experimental (Marmioli et. al., 2010; Duran, 2010); ya que son pocos los antecedentes en ese contexto, debido a la larga duración de los proyectos de fitorremediación, que dependen directamente del ciclo biológico de las plantas, la actividad biológica y las condiciones climáticas (Pilon-Smith, 2005; Ernst, 2005; Pérez, 2011).

Dentro de los diversos procesos de fitorremediación que son la fitodegradación, fitovolatilización, fitoestabilización, fitoextracción y rizorremediación, siendo las dos últimas, científica y comercialmente más populares. Pero es la fitoextracción, donde se usa plantas hiperacumuladoras como una de las pocas opciones para tratar sitios contaminados con metales y metaloides (Peralta y Volke – Sepulveda, 2012; Gonzaga, et. al., 2006). Estas plantas pueden llegar a

contener más de 0,1% de su peso seco de Co, Cu, Cr, Pb o Ni, o hasta un 1% de su peso seco de Mn o Zn (Prasad, 2004). No obstante, existen especies naturales o mejoradas que pueden acumular concentraciones de 2-4% de su peso seco (Brooks, 1998).

Diversas investigaciones han demostrado que existen varias plantas con capacidad hiperacumuladora, así podemos mencionar a *Brassica juncea* (hiperacumuladora de Pb, Ni y Cd), *Thlaspi caerulescens* (Zn), *Helianthus annuus* (CrIII) y *Prosopis laevigata* (Pb y Ni). Para el caso de nuestro país, en un estudio realizado en Cajamarca (Hualgayoc) ha reportado que *Bidens triplinervia*, *Senecio sp*, *Sonchus oleraceus*, *Baccharis latifolia*, *Plantago orbignyana* y *Lepidium bipinnatifidum* son capaces de crecer en suelos con un alto contenido de metales pesados y tienen la habilidad de acumularlos en sus tejidos (Duran, 2010).

La flora de zonas tropicales y andinas ha sido poco estudiada la abundancia de depósitos minerales metálicos en estas regiones, existen enormes posibilidades de descubrir nuevas plantas con propiedades fitorremediadoras, adaptadas a espacios geográfico específicos (Duran, 2010). Tal es el caso del cerro “El Toro”, donde está emplazado un asentamiento minero que está generando múltiples contaminantes impactando el ecosistema y la salud de las personas. Esta situación es alarmante y exige de la atención de las autoridades para afrontar este problema de una manera integral, siendo la investigación una de las acciones inmediatas para la búsqueda de soluciones pertinentes; por ello, en el presente trabajo se ha realizado la determinación de metales pesados en el suelo y de cuatro plantas vasculares, con la finalidad de evaluar su potencial fitorremediador.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio:

El “Cerro el Toro” es una mina dedicada a la explotación informal de oro, se encuentra en los caseríos de Santa Cruz, Coigobamba y Shiracmaca, este último ubicado a 3,5 Km. de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión, región La Libertad; rodeado de zona agrícola, de clima frío y lluvioso (Casanova y Gutiérrez, 2010). Considerando la influencia de los relaves mineros y la accesibilidad (senderos de ingreso permitidos por los mineros de la zona) se han establecido 04 puntos de muestreo

Tabla 01: Ubicación geográfica de los puntos de muestreo del cerro “El Toro”, caserío Shiracmaca.

Nº	DENOMINACIÓN	ALTITUD (m.s.n.m.)	X	Y
01	Sh1	3194	829819	9134610
02	Sh2	3117	828925	9134625
03	Sh3	3116	830697	9135248
04	Sh4	3121	829632	9135008

#### 4.2. Determinación de metales en suelo:

- **Recolección de muestras de suelos:**

Se hicieron 03 calicatas de 20 cm de profundidad, de donde se colectaron 2 kg de tierra en bolsas cerrables tipo Wirhl-Pak. Estas fueron transportadas al laboratorio de Botánica Sistemática de la Facultad de Ciencias Biológicas, para su secado por 15 días, luego se tamizó (2 mm) y pulverizó la muestra para el análisis químico en el laboratorio NKAPS.R.L.

#### 4.3. Determinación de metales en plantas vasculares:

- **Recolección de muestras de plantas vasculares:**

Se ha realizado la colecta de plantas vasculares, considerando, la cobertura vegetal, color y textura del suelo y la no presencia de síntomas de fitotoxicidad (Duran, 2010). De cada planta se colectaron 5 ejemplares completos (raíz, tallo y hojas), dos de los cuales se ingresaron al Herbarium Truxillense de la Universidad Nacional de Trujillo, y las restantes se destinaron para el análisis químico.

- **Lavado, secado y pulverizado de las plantas vasculares:**

Cada planta fue lavada con agua corriente y enjuagadas dos veces con agua destilada, esto para eliminar las sustancias adheridas. Posteriormente se secaron a temperatura ambiente, luego se separaron la raíz de la parte aérea y se colocaron en sobres de papel en una estufa a 60°C durante 2 días, luego se molió hasta obtener un pulverizado uniforme (Duran, 2010).

- **Proceso de extracción y medición de los metales pesados:**

Se pesó 0,2 g de cada muestra y se añadió 5 ml de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) al 69% y 2 ml de agua oxigenada (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) al 30% y se colocó en el microondas (Microwave Digestión System OI Analytical). Luego se enrasaron con agua miliQ, dentro de la cámara de flujo laminar, diluyendo en proporción 1:5, de la cual se extrajo 2 ml y se enrazó con 8 ml de agua miliQ, bajando la concentración del HNO<sub>3</sub> de 10% a 2% (Duran, 2010). Los metales pesados se determinaron mediante el método ICP-OES (Espectrometría de emisión óptica) en la Universidad Nacional de Trujillo en el laboratorio de Ingeniería Metalúrgica.

- **Índice de Bioacumulación (BFC) y Factor de Translocación (FT):**

El índice de Bioacumulación se calculó dividiendo la concentración de cada elemento en la raíz con la del

suelo (Perez, et. al., 2008); y el factor de translocación es el cociente de la concentración del metal de la parte aérea entre la concentración en la raíz (Sun et al., 2008). Si las plantas con BCF>1 y FT>1 son consideradas como acumuladoras o híper acumuladoras, las que presentan valores entre 0.1 y 1, son tolerantes y las que presentan valores <0.1 se consideran plantas exclusoras.

### III. RESULTADOS

En la figura 2, se aprecia que el punto de muestreo Sh3 presenta menor concentración de metales, a excepción del Pb y As; mientras que, Sh1, presenta mayor concentración de metales alcanzando hasta 10463 mg/kg, 7458 mg/kg y 1014 mg/kg de Zn, Pb y As, respectivamente. Así mismo, en la tabla 2, se resaltan los valores de As y Pb pues superan los ECA para suelo de uso agrícola (DS N° 011- 2017 - MINAM).

Los puntos de muestreo Sh2 y Sh3, son áreas destinadas para el cultivo de pasto y son irrigadas por dos quebradas Chamiz y Shiracmaca respectivamente, las mismas que aguas arriba son impactadas por los lixiviados residuales de la actividad minera; por ello, y pese a la lejanía al cerro “El Toro” presentan una contaminación moderada albergando en sus tierras hasta 146 y 168 mg/kg de As, 3736 y 4219 mg/kg de Pb y 8365 y 7004 mg/kg de Zn para los puntos Sh2 y Sh3 respectivamente (Figura 2 y 3).

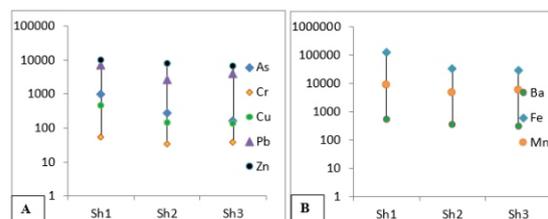


Figura 2: Contenido de metales (mg/kg) de alto riesgo (A) y de bajo riesgo (B) en el suelo superficial del cerro “El Toro”. (Escala logarítmica).

Tabla 02: Metales pesado en suelo superficial del cerro “El Toro”.

PUNTOS DE MUESTREO	METALES PESADOS (mg/kg)							
	As	Ba	Cr	Cu	Fe	Mn	Pb	Zn
Sh1	1014	563	56	485	123471	8495	7458	10463
Sh2	146	376	35	154	32638	4721	3736	8365
Sh3	168	308	41	137	31689	5673	4219	7004
PROMEDIO	442.7	415.7	44.0	258.7	62599.3	6296.3	5137.7	8610.7
D.E.	494.9	132.0	10.8	196.2	52718.5	1962.7	2023.9	1742.5

En cuanto a las plantas, reportan 04 especies, Bidens triplinervia Kunth, Lepidium pubescens Desv., Baccharis libertadensis (S.B.Jones) H.Rob. y Sonchus oleraceus (L.) L.; siendo las dos primeras colectadas en el punto de muestreo Sh1, mientras que B. libertadensis y B. triplinervia se colectaron en Sh2 y Sh3 respectivamente. Todas muestran capacidad para vivir en ambientes contaminados por metales,

pero el mecanismo de tolerancia varía, siendo *B. triplinervia* una planta que acumula más metales en la raíz que en la parte aérea; en cambio las especies restantes presentan mayores concentraciones en la parte aérea, por lo que se consideran como acumuladoras. *B. triplinervia* resalta porque alberga hasta 357 mg/kg de As, seguido por *L. pubescens*, *B. libertadensis* y *S. oleraceus* con 302 mg/kg, 105 mg/kg y 92 mg/kg, respectivamente. En cuanto al Pb es *L. pubescens* la que contiene mayor contenido, alcanzando hasta 3767 mg/kg, continuando la lista se encuentran a *B. triplinervia*, *B. libertadensis* y *S. oleraceus* con 2327 mg/kg, 1723 mg/kg y 1027 mg/kg respectivamente. Para el caso del Zn, el elemento más abundante en este estudio, se encontraron valores de 8033 mg/kg, 5199 mg/kg, 3382 mg/kg y 1590 mg/kg que corresponden a *B. triplinervia*, *L. pubescens*, *B. libertadensis* y *S. oleraceus* respectivamente.

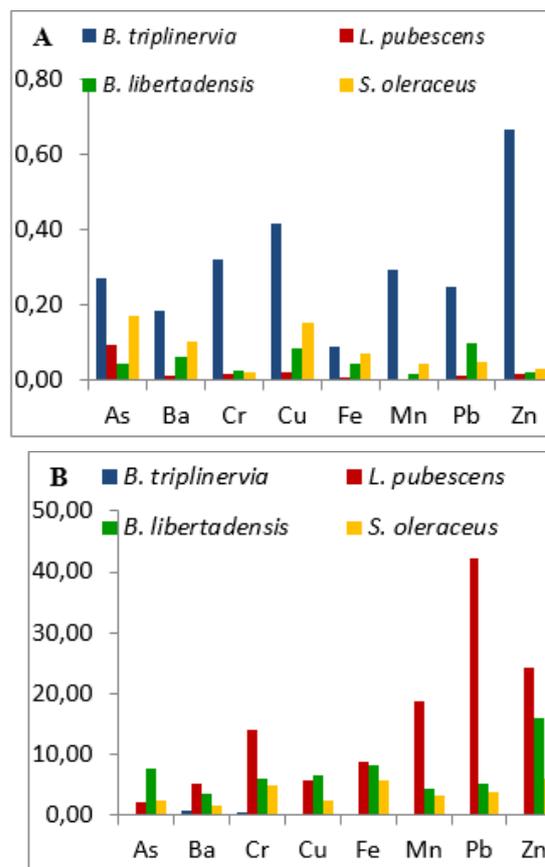
Tabla 3. Contenido de metales (mg/kg) de 4 especies de plantas vasculares, colectadas en el cerro "El Toro".

EQ	ZONA	<i>Bidens triplinervia</i>	<i>Lepidium pubescens</i>	<i>Baccharis libertadensis</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
As	R	274	98	12	29
	PA	83	204	93	69
Ba	R	105	8	24	32
	PA	76	43	86	53
Cr	R	18	2	2	1
	PA	12	14	6	5
Cu	R	201	12	13	21
	PA	53	69	87	53
Fe	R	11316	916	1461	2306
	PA	3149	8100	11981	13401
Mn	R	2502	45	83	264
	PA	350	842	374	853
Pb	R	1855	87	271	212
	PA	472	3680	1452	815
Zn	R	6984	206	199	229
	PA	1049	4993	3183	1361
PM		Sh1		Sh2	Sh3

Legenda: EQ: Elemento químico. PM: Punto de muestreo

Todas las plantas vasculares reportadas presentan un factor de Bioacumulación <1, esto significa que las plantas han acumulado una menor concentración de metales pesados que los que contiene el suelo, aunque *B. triplinervia* es la que presenta valores más elevados (Figura 4), pues concentra los metales mayormente en sus raíces; situación que se evidencia también con un FT inferior a 1, indicando una baja translocación de metales desde las raíces. Mientras que el resto de plantas presentan un FT >1, resaltando *Lepidium pubescens* que alcanza valores de 18.71, 24.24 y 42.30 para Mn, Zn y Pb respectivamente.

Figura 3: Factor de Bioacumulación (BF) (A) y Factor de Translocación (FT) (B) de las plantas vasculares del cerro "El Toro".



#### IV. DISCUSIÓN

Los suelos aledaños a la minera informal cerro "El Toro", presentan concentraciones elevadas de As y Pb, superando los ECA para suelo de uso agrícola (DS N° 011- 2017 - MINAM), situación que no ocurre igual para el Ba, pues está por debajo de los 750 mg/kg establecidos; no obstante, García y Dorronsoro (2005) señalan que el valor límite para este elemento es de 200 mg/kg, con lo cual el Ba se suma a la condición del As y Pb. Así mismo, nuestra norma descuida muchos otros elementos peligrosos, por ejemplo, Sh1 sobrepasa los 210 mg/kg de Cu permitidos para suelos con pH mayor que 7 (BOE/262, 1990). El contenido de Fe en el suelo se encuentra dentro de los valores normales de entre 7000 a 550000 mg/kg (Bernal et al., 2007); al igual que el Cr también es menor a 150 mg/kg para suelos con pH > 7 (BOE/262, 1990). En Sh3 el Mn sobrepasa el rango de 545 a 4000 mg/kg (Kabata-Pendias y Pendias, 2000); mientras que los valores del Zn, superan enormemente los 300 mg/kg establecidos por Bernal et al. (2007) en los tres puntos de muestreo. Este último elemento generalmente se asocia con el Pb, y aparecen como contaminantes en los suelos afectados por extracciones mineras (Duran, 2010), situación que se repite en el área de estudio, pues ambos encuentran en concentraciones altas.

Por otro lado, en la búsqueda de plantas con potencial biorremediador, se ha observado que *B. triplinervia* y *L. pubescens*, colectados en Sh1 (punto con mayor contenido de metales pesados), acumulan más metales que *B. libertadensis* y *S. oleraceus*, que habitan en Sh2 y Sh3 respectivamente; esto obedece a que la tolerancia a los metales se desarrolla en suelos con un alto contenido de metales pesados (Ernst, 2005). Así mismo, Kabata-Pendias y Pendias (2000) y Alkorta et al. (2004) señalan que las plantas con potencial biorremediador deben cumplir dos requisitos: a) acumular elevadas concentraciones de metales pesados en su parte aérea, >100 mg/kg en el caso de Cd; >1000 mg/kg para Al, As, Co, Cu, Ni, Se, Pb y 10000 mg·kg<sup>-1</sup> de Zn y Mn (Baker y Brooks, 1989), y b) tener un FT > 1 (Brooks, 1998). Para Sun et al., (2008) también se debe considerar el índice de bioacumulación, el cual debería ser > 1 (Brooks, 1998).

Tomando en cuenta el primer requisito sólo *L. pubescens* y *B. libertadensis* han acumulado en su estructura aérea más de 1000 mg/kg de Pb, pero menor cantidad de los elementos restantes. Sumado a esto, observamos que el FT es mayor a 1, siendo *L. pubescens*, la planta con valores más altos, alcanzando 14, 18.7, 24.2 y 42.3 para Cr, Mn, Zn y Pb respectivamente. *S. oleraceus* también presenta un FT mayor a 1 siendo mayor para Zn. Este resultado evidencia que estas tres especies trasladan eficazmente los metales pesados de la raíz a la parte aérea de la planta (Baker y Brooks, 1989), por lo que pueden hiperacumular metales en la parte aérea.

*B. triplinervia*, presenta una estrategia de acumulación diferente, pues alberga mayores concentraciones de metales en sus raíces, y su FT es menor a 1, lo que significa que no trasfiere eficazmente los metales pesados de la raíz a la parte aérea de la planta, por lo que su potencial es la de fitoestabilizar metales en sus raíces (Baker y Brooks, 1989), evitando el paso de los metales a otro nivel de la cadena alimenticia; esta virtud es potenciada por ser una planta perenne con capacidad de autopropagación, configurándola como ideal para estudios de fitoestabilización de metales pesados mediante la revegetación de suelos contaminados principalmente con Pb y Zn (Raskin y Ensley, 2000).

## V. CONCLUSIONES

Los suelos del cerro "El Toro", presentan altos niveles de metales pesado, superando los estándares de calidad de la normatividad peruana e internacional.

Las plantas de *B. triplinervia*, *L. pubescens*, *B. libertadensis* y *S. oleraceus* son capaces de crecer

en suelos con un altos contenidos de metales pesados, mostrando capacidad para acumularlos en sus tejidos.

*L. pubescens*, *B. libertadensis* y *S. oleraceus* acumulan mayor cantidad de metales en la parte aérea, por lo que son consideradas como hiperacumuladoras; mientras que *B. triplinervia*, tiene la capacidad de acumular mayor cantidad de metales en sus raíces por lo que se puede considerar como una alternativa para la fitoestabilización de suelo contaminados.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alkorta, I., Hernández, J., Becerril, J., Amezaga, I., Albizu, I. y Garbisu, C. (2004). Recent Findings on the Phytoremediation of Soils Contaminated with Environmentally Toxic Heavy Metals and Metalloids Such as Zinc, Cadmium, Lead, and Arsenic. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 3 (1) 71-90.
- Asociación Civil Derecho & Sociedad. (2010). Conflictos Socioambientales. Revista Pólemos. Lima, Perú, Año 1: Vol. 1.
- Baker A, Mcgrath S, Reeves R, Smith J. (2000). Metal 178 Hyperaccumulator Plants: A Review of the Ecology and Physiology of a Biological Resource for Phytoremediation of Metal-Polluted Soils. En: *Phytoremediation of Contaminated Soil and Water*. (eds Terry, N. y Bañuelos, G.). pp. 85-107.
- Baker, A. y Brooks, R. (1989). Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements – a review of their distribution, ecology and phytochemistry. *Biorecovery* 1, 811–826.
- Bech J, Poschenrieder C, Barceló J y Lansac A. (2002). Plants from mine spoils in the South American Area as Potential Sources of Germplasm, for Phytoremediation Technologies. *Acta Biotechnol.* Vol. 22: 1-2, 5-11.
- Bernal, M., Clemente, R., Walker, D. (2007). The role of organic amendments in the bioremediation of heavy metal-polluted soils. In: Gore, R.W. (Ed.), *Environmental Research*.
- Boletín Oficial Del Estado (BOE). 1990/262.
- Brooks R. (1998). *Plants that hyperaccumulate heavy metals*. CAB International. Reino Unido.

- Casanova, H. y M. Gutiérrez. (2010). Calidad de ADN de personas impactadas por la minería artesanal en el cerro el Toro, Huamachuco, La Libertad 2010. I Congreso Latinoamericano de Ciencias Farmacéuticas, retos y realidades. Libro de Trabajo de Investigación. Cusco. Perú. (158-174).
- Duran P. (2010). Transferencia de metales de suelo a planta en áreas mineras: Ejemplos de los Andes peruanos y de la Cordillera Prelitoral Catalana. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- Ernst W. (2005). Phytoextraction of mine wastes – Options and impossibilities. *Chemie der Erde*. 65:29–42.
- García I, y Dorronsoro C. (2005). Contaminación por metales pesados. En: *Tecnología de Suelos*. Universidad de Granada. Departamento de Edafología y Química Agrícola. <http://edafologia.ugr.es/conta/tema15/introd..htm>
- Gonzaga M, Gonzaga-Santos J, Ma L. (2006). Arsenic phytoextraction and hyperaccumulation by fern species. *Scientia Agricola*. 36: 90-101.
- IIMP (Instituto de Ingenieros de Minas del Perú). (2007). Minería ilegal en el Perú, Repercusiones Para el Sector Minero y el País. Trabajo de Investigación. Encuentro Empresarial: XXVII Convención Minera.
- Kabata-Pendias, A. y Pendias, H. (2000). Trace Elements in Soils and Plants. (3rd edition) CRC Press. Boca Ratón, Florida, EEUU. 412 pp.
- Marmioli B, Somotokin B, Marmioli M, Maestri E, Yanchuk V. (2010). Capacity building in Phytotechnologies. In: *Application of Phytotechnologies for Cleanup of Industrial, Agricultural and Wastewater Contamination*. Ed. Kulakow, P. y Pidlisnuyuk, V. Springer, p: 15-24.
- McGrath S, Zhao F. (2003). Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils. *Current Opinion in Biotechnology* 2003; 14: 277-282.
- MINAM. (2017). D. S. 011-2017 – MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.
- Peralta M, Volke-Sepulveda. (2012). La defensa antioxidante en las plantas: una herramienta clave Para la fitorremediación. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 11, No. 1 (2012) 75-88
- Pérez J. (2011). Biodisponibilidad de Metales Pesados en Suelos Mineros Contaminados Enmendados con Materiales Orgánicos. *100cias@uned*. N°4 (nueva época).
- Pérez, C., Martínez, M., García, M., y Bech, J. (2008). Uptake of Cd and Pb by natural vegetation in soils polluted by minning activities. *Fresenius environmental Bulletin* 17: 1666-1671
- Pilon-Smits E. (2005). Phytoremediation. *Annu. Rev. Plant. Biol.* 56:15-39.
- Prasad M. (2004). Fitorremediación. Aplicaciones, ventajas e inconvenientes. En: Reigosa M, Pedrol N, Sánchez A (Ed.) *La Ecofisiología Vegetal*. Thomson Editores. España.
- Raskin, I. y Ensley, B. (ED.) (2000). *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*, John Wiley and Sons, N. York.
- SPDA (Sociedad Peruana De Derecho Ambiental). (2014). *La realidad de la minería ilegal en países amazónicos*. Lima, Perú.
- Sun, Y., Zhou, Q. y Diao, Ch. (2008). Effects of cadmium and arsenic on growth and metal accumulation of Cd-hyperaccumulator *Solanum nigrum* L. *Bioresource Technology* 99 1103–1110.

## **Sistemas de información para la dirección en empresas artesanales (plantas queseras) de la provincia de Hualgayoc-Cajamarca**

### **Information systems for management in artisan companies (cheese plants) in the province of Hualgayoc-Cajamarca**

M.Cs. Ellard Eric Vásquez Montenegro  
Docente de la UNTRM en la categoría de contratado a tiempo completo

#### **RESUMEN**

La información, ha sido desde hace muchos años una herramienta importante para tomar decisiones, en cualquier área o actividad en general. Este trabajo pretende explicar que son los Sistemas de Información para la Dirección, aplicados a las empresas lácteas, pero no sin antes conocer que es la información y sobre todo la utilidad que representa para los negocios. Obligado y necesario es que los negocios usen técnicas adecuadas para mantenerse en un mundo donde día con día no solo cambian las formas sino también los fondos. ¿Cómo se realiza la gestión de la información del queso fresco artesanal en la ciudad de Bambamarca, cuáles son los volúmenes adquiridos y comercializados, precios y utilidades?, el objetivo general fue realizar el análisis de los datos del queso fresco artesanal en la ciudad de Bambamarca, en términos de volumen adquirido y comercializado, calidad, precio y utilidad. Se hizo uso del muestreo no probabilística por conveniencia, el tamaño de la muestra es de 30 conformado por comerciantes de queso fresco artesanal. Los resultados muestran que, la dirección del queso fresco artesanal en la ciudad de Bambamarca, se realiza bajo circuitos informales a través de comerciantes, donde el 83% son mayoristas y están ubicados en el canal de distribución nivel 4 y el 17% son minoristas y están en el canal de nivel 3; el queso fresco artesanal comercializado es de baja calidad; el promedio de volumen adquirido y comercializado es variable de un mes a otro, los mayoristas en el mes de setiembre tienen un volumen de 9037 Kg y comercializan 8786 Kg; en octubre una oferta adquirida 9489 Kg y oferta comercializada 9226 Kg; en noviembre oferta adquirida 9263 Kg y oferta comercializada 9015 Kg; y en diciembre oferta adquirida 9377 Kg y oferta comercializada 9121 Kg.

#### **ABSTRACT**

Information has been an important tool for making decisions for many years, in any area or activity in general. This work aims to explain what are the Information Systems for Management, applied to dairy companies, but not before knowing what the information is and especially the usefulness it represents for business. Mandatory and necessary is that businesses use appropriate techniques to stay in a world where not only the forms change but also the funds. How is information management of artisanal fresh cheese in the city of Bambamarca carried out, what are the volumes acquired and marketed, prices and utilities? The general objective was to analyze the data of artisanal fresh cheese in the city of Bambamarca, in terms of volume acquired and sold, quality, price and utility. Non-probabilistic sampling was used for convenience, the sample size is 30 conformed by artisan fresh cheese merchants. The results show that, the direction of artisanal fresh cheese in the city of Bambamarca, is carried out under informal circuits through merchants, where 83% are wholesalers and are located in the distribution channel level 4 and 17% are retailers and they are on the level 3 channel; fresh commercialized artisan cheese is of low quality; the average volume acquired and sold varies from one month to another, wholesalers in the month of September have a volume of 9037 Kg and market 8786 Kg; in October an offer acquired 9489 Kg and offer marketed 9226 Kg; in November offer acquired 9263 Kg and offer marketed 9015 Kg; and in December offer acquired 9377 Kg and offer marketed 9121 Kg.

## SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN LA EMPRESA LÁCTEA

Kouzmine (2003) sostiene los factores que inciden en el comercio de los productos lácteos en la región, es debido entre otros factores, al desarrollo del clúster de productos lácteos en varios países de la región. Eso se debió a los bajos precios de leche al productor en Argentina y Uruguay los que junto con Nueva Zelanda y Austria encabezaron la lista de los países de mayor eficiencia en la producción láctea. Por otra parte, las barreras arancelarias y no-arancelarias obstaculizan el acceso a los mercados nacionales, destacándose las medidas de apoyo interno y de los subsidios a la exportación de los productos agropecuarios en los países industrializados como países de la Unión Europea y los Estados Unidos.

Estudios realizados por el Ministerio de Agricultura del Perú-MINAG (2009), el mercado de Lima es abastecido en un 43.9% por producto procedente de los diferentes distritos de Lima y el 24.7% es con producto procedente de Cajamarca.

En el caso del producto de Cajamarca, básicamente son los quesos frescos y madurados que se comercializan en el Mercado Mayorista de Zarumilla, el promedio colocado es de 100 Tm semanales en un promedio de 50 puestos de venta, siendo el día principal martes, donde se incrementan a 80 puestos de venta. En este mercado la comercialización es al por mayor y menor, los comerciantes de quesos abastecen a los distritos de: Los Olivos, San Martín de Porras, San Juan de Lurigancho, Ventanilla, Rímac, Callao, Villa el Salvador, Magdalena, Lima Cercado, Vitarte y Lince. Otros mercados en los cuales se comercializan los quesos de Cajamarca pero en menor cantidad son: el Mercado de Ciudad de Dios y el Mercado Minorista N° 01 de la Parada con un promedio de 6 y 2 Tm semanales respectivamente.

Los efectos son terribles, en particular para los empleos y los salarios; la creación de una empresa artesanal de productos lácteos se vuelve entonces una alternativa interesante para algunos habitantes de Cajamarca. Es así como florecen en aquella época las tiendas queseras y las pequeñas queserías artesanales, a estos factores de orden macroeconómico se añaden factores exógenos: en efecto, en aquella época, las cooperaciones holandesas y japonesas apoyan la creación en la región de centros de capacitación especializada en la fabricación de productos lácteos, paralelamente aparecen nuevos derivados lácteos como la mozzarella y el yogurt, con el propósito de diversificar la gama de productos, adaptarse a las

nuevas demandas de consumo y conquistar así nuevos mercados (Escurrea 2008).

En la Región Cajamarca se identifican tres grandes cuencas productoras de leche de vaca: la cuenca de la zona sur que comprende siete provincias: Cajamarca, San Marcos, Cajabamba, San Pablo, San Miguel, Contumazá y Celendín. En esta cuenca, específicamente en el distrito Baños del Inca se ubican las plantas de NESTLE y GLORIA que acopian cerca de 300 000 litros de leche diarios. Asimismo en Cajamarca y Baños del Inca se tiene a los mayores centros de producción de derivados lácteos. La cuenca del centro comprende tres distritos: Bambamarca, Chugur y Hualgayoc es una zona donde se produce más el queso fresco y tipo suizo, orientando su comercialización a las ciudades de Trujillo, Chiclayo y Lima. La cuenca del norte comprende dos provincias: Chota y Cutervo, en esta cuenca se produce el queso fresco, mantecoso, andino y tipo suizo destinados a las ciudades de la costa norte y Lima (Santa Cruz et al. 2006).

Cajamarca es considerado como el primer productor en volumen con quesos producidos artesanalmente y cuyos precios de venta en el mercado son relativamente bajos por el volumen producido y por ser de baja calidad (Comisión de Promoción de la Pequeña y Microempresa-PROMPYME 2004).

Estudios realizados por Boucher y Desjardin (2005) sostienen que Bambamarca produce y exporta la cantidad de queso más importante del departamento a la costa, se trata del queso fresco, un producto rústico de calidad inferior, sin identidad verdadera.

Estudios realizados por Llamo (2011) el distrito de Bambamarca está conformado por 243 plantas queseras, de las cuales 13 están constituidas formalmente y forman parte de la empresa "AMIPROLAC" S.A.C. (Asociación de Microprocesadores de Lácteos).

Con una producción total promedio de 180 a 200 Tm de queso que son comercializados semanalmente en los mercados de Cajamarca, Trujillo, Chimbote, Chiclayo y Lima; los productos lácteos (quesos) del distrito se caracterizan por su baja calidad.

Santa Cruz et al. (2006) el mercado de Bambamarca acopia queso fresco y tipo suizo procedente de los distritos de Bambamarca, Tacabamba, Chalamarca, Chadín, Conchán y las partes altas del distrito de Chota. Este producto es comercializado en Cajamarca, Trujillo, Lima y en menor cantidad en Chiclayo. Bambamarca constituye un centro articulador de la producción quesera de la Región Cajamarca.

Estudios realizados por la Comisión de Promoción de la Pequeña y Microempresa-PROMPYME (2004) en la RED Tallamac-Cajamarca sostiene que, la comercialización del queso fresco y suizo se realiza los días domingos en el mercado de la ciudad de Bambamarca...los precios de compra-venta de los quesos está marcada por las temporadas estacionales que son diciembre-junio de baja demanda, en donde los intermediarios compran al crédito a los productores de quesos, realizándoles depósitos de dinero a través de una cuenta bancaria en el Banco de la Nación y julio-noviembre temporada de alta demanda en las cuales los precios de compra-venta de quesos son altos y por ende se obtienen mayores utilidades.

Por otro lado menciona que, en Bambamarca existen 10,000 productores de leche que abastecen a 600 plantas queseras que acopian entre 60 a 120 litros de leche/día, siendo no más de 20 plantas que superan los 200 litros/día. Las plantas queseras tienen un rendimiento de 6.2 a 6.5 litros de leche por Kg de queso fresco, los precios pagados a los proveedores de leche es de S/.1.00 a 1.10 en época de estiaje y S/.0.60 a 0.70 en época de lluvias, existen algunos productores de queso que compran la materia prima (leche) a S/.1.00 todo el año pero exigen a los proveedores que realicen tratamientos anti-mastitis de sus animales y baja acidez de la leche.

En el mercado de Bambamarca se comercializan 100 Tm de queso/semana, donde el 80% es queso fresco, el 4% es tipo suizo y el 16% queso mantecoso. El trabajo se realizó en los distritos de Bambamarca, Hualgayoc, Chugur, Paccha, Chadín, Catilluc y Tongot con una población aproximada de 17400 productores de leche fresca y 580 procesadores de queso fresco y mantecoso (proyecto de desarrollo integral la Libertad-Cajamarca-PRODELICA 2005 citado por Llamo 2011).

Según James (2004) para tener calidad en el proceso de comercialización se debe tener en cuenta tres enfoques:

1. Enfoque de gestión psicológico (trascendente), enfoque de calidad basado en el usuario y basado en el valor.
2. Enfoque de calidad basado en el proceso-fabricación o servicio.
3. Enfoque de la calidad basado en el producto o en el servicio.

Mercado (2000) los procedimientos para la selección de canales de distribución son:

a. Características del producto: Valor del producto, volumen, calidad del producto, técnica de la

elaboración del producto, variedad de productos, carácter temporal de producción y consumo, demanda y aceptación, posibilidades de sustitución.

b. Características del mercado: Tipo de consumidor, magnitud de los mercados, concentración de mercados, mercados dispersos, consumos repetitivos.

c. Características del productor: Capacidad financiera, prestigio de la empresa, políticas de la dirección de comercialización.

Rodríguez (2009) desde el punto de vista económico la utilidad es el grado de satisfacción derivado del uso o consumo de un bien o servicio. Por su parte Rawls citado por Martín (2010) la utilidad es la satisfacción de un deseo y admite comparaciones interpersonales que pueden al menos ser sumadas al margen.

Cobo (s.f.) dice que, la utilidad es la capacidad de un bien o servicio para satisfacer las necesidades humanas, por tanto la utilidad depende básicamente de factores subjetivos no susceptibles de cuantificación, de donde el tratamiento de la misma será intensivo y no extensivo.

### Metodología

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en la ciudad de Bambamarca, capital de la provincia de Hualgayoc, Región Cajamarca. La ciudad de Bambamarca. Utilizo un diseño no experimental, se realizó una revisión documental, se utilizó técnicas como la observación y la encuesta, y para el análisis se ha hecho uso de la estadística con el software sspss. Se ha considerado una población de 68 plantas queseras y una muestra de 30 plantas queseras.

### Resultados

Los sistemas de información para la Dirección (MIS), caben teóricamente en una de las funciones de la Administración que es el Control, pero la función control es mucho más que el sólo llevar registros para saber cómo, con qué y con cuánto se está operando, también es saber si los recursos humanos, monetarios y materiales, operan como se planeó. (Perez, 2000).

Las organizaciones empresariales, institucionales e incluso la empresa familiar deben mantener la unión interna de sus miembros y la confianza hacia sus autoridades, dirigentes o administradores, para alcanzar sus metas y objetivos; esto se logra con la implementación de un sistema que en forma sencilla y atendiendo las particularidades de cada empresa, ejecute las actividades de captar, registrar, clasificar, analizar e interpretar la información que deriva de la realización de sus diversas actividades, sea producción, transformación o servicio.

Es así como llegamos a los albores de un nuevo milenio en la era de la informática y miniaturización donde los registros de cualquier tipo se hacen más fáciles de manejar. Hoy en día las empresas con mucho o poco capital, pueden adquirir equipo para llevar sus registros gracias a que la competencia en el mercado de las computadoras ha hecho que su valor disminuya significativamente sin detrimento de su calidad y capacidad. ¿Pero de qué registros hablamos?, hablamos de todos aquellos que se generan por sus diversas actividades y que por sus características pueden ser cuantificables de diversas formas.

Los datos que se presentan son unas de las ventajas de un (MIS) en la empresa artesanal láctea

Tabla Nº 01 Tiempo en la venta de queso fresco

Tiempo en la quesería	Porcentaje (%)
Más de 15 años	16
De 10 a 15 años	28
De 5 a 10 años	32
Menos de 5 años	24

Un MIS ayuda a direccionar la legalización de empresas artesanales como se presenta en la tabla Nº 02.

Tipo de organización	Mayorista (%)	Minorista (%)
Asociación e formal	8	-
Individual e informal	92	8

Para entender qué es la información, debemos comparar ésta con los datos. Como se verá los datos en bruto tienen un valor escaso, en los precios del queso artesanal, en la tabla Nº 03.

Precios en los meses	PC/Kg.	PV/Kg
Setiembre	8.00	10.00
Octubre	8.95	9.00
Noviembre	9.00	11.5
Diciembre	7.00	8.5

### Aplicaciones de los MIS

Los sistemas de información para la dirección, son una herramienta indispensable en los sistemas

de administración de vanguardia. Una aplicación MIS es un conjunto de programas y datos diseñados para satisfacer las necesidades de funcionamiento de una organización. Normalmente los datos se guardan en un sistema de administración de base de datos y varios departamentos los comparten. Una aplicación MIS debe:

- Contener elementos estándar y bases de datos que satisfagan las necesidades de toda la organización, no solo de un departamento.
- Utilizar datos preexistentes tanto como sea posible.
- Poseer un interfaz de usuario, coherente con las necesidades de este.
- Permitir el acceso a los datos sólo a aquellas personas autorizadas a utilizarlos y modificarlos.
- Proporcionar formación y documentación al usuario.
- Permitir su modificación empleando técnicas normalizadas de diseño de programas y de

codificación.

Los ingresos presentan también variación en el tiempo en especial en los meses antes mencionado, a nivel de mayoristas. Tabla Nº 04

Precios en los meses	Ingreso mínimo (\$/.)	Ingreso máximo (\$/.)
Setiembre	31 500	210 000
Octubre	36 388	242 550
Noviembre	39 060	258 300
Diciembre	21 158	141 622

### Beneficios del MIS en la empresa artesanal

Los MIS para las empresas artesanales son pocos aún, dado a que su desarrollo está limitado por su mercado, un mercado que no sabe que son ni para que sirve y por lo tanto no los demanda, por lo que en el desarrollo de uno que sea flexible y permita aplicarse a las diferentes empresas. Para efectos de conocer los beneficios que presentan los MIS, se señala de manera general lo que estos pueden hacer para cualquier empresa:

- Manejan presupuestos, flujo de efectivo, reportes para manejo fiscal, estadísticas, análisis financiero y graficación para toma de decisiones.
- Manejo de períodos abiertos para evitar la necesidad de hacer cierres mensuales, uso de MACROS (operaciones de tecleo repetitivos).
- Brindan estados financieros por mes Y/o área.
- Controlan el flujo de efectivo a modo de hoja electrónica imprimen reportes en el formato que se desee.
- Pueden calcular las nóminas de acuerdo a las ordenes o actividades de producción y tiempo o unidades producidas por estas especificaciones en el caso de que se trabajara a destajo.
- Control de incapacidades y calculo automático del factor de riesgo.
- Trabajan bajo el entorno operativo Windows con las bondades que este ofrece: sencillez de operación, ventanas definibles por el usuario, tener en pantalla varios procesos a la vez, despliegues de múltiples catálogos.
- Conexión detallada con la contabilidad; interfaz con la contabilidad tan detallada como se requiera generando pólizas de ingresos, de egresos o diario dependiendo de los documentos que se capturen, evitando la doble captura.
- Con sólo capturar el inventario físico, proporcionan información sobre las diferencias entre inventario físico y teórico, además, si se desea, automáticamente, realiza ajustes necesarios al inventario teórico generando las entradas y salidas.
- Estadísticas detalladas: es posible obtener

información tan detallada como se requiera, es decir, saber la información de ventas por cliente, o productos por proveedor, etc.

- Es posible armar un producto en base a varios productos individuales, pudiendo convertir indistintamente del producto compuesto a sus partes.
- Calculadora activable en cualquier momento.
- Bloc de notas.

Son multilingües: manejo del sistema en múltiples idiomas, haciendo el cambio mediante e clic del mouse y muchas otras más.

Otro de los datos en la comercialización del queso fresco en las plantas queseras del distrito son los márgenes de comercialización Tabla N° 05.

Precios en los meses	MC Mínimo (S/. /Kg.)	MC máximo (S/. /Kg.)
Setiembre	0.30	1.30
Octubre	0.60	1.50
Noviembre	1.40	2.30
Diciembre	-0.10	0.90

### CONCLUSIONES

- La comercialización del queso fresco artesanal en la ciudad de Bambamarca se realiza a través de circuitos informales por comerciantes, donde el 83% son mayoristas y el 17% son minoristas.
- Los comerciantes mayoristas y minoristas obtienen más utilidades en el mes de noviembre: mayoristas S/. 18,536.00/mes y S/. 1.90/Kg; y los minoristas S/. 8,241.00/mes y S/. 3.30/Kg; y una menor utilidad en el mes de diciembre: mayoristas S/. 6,060.00/mes y S/. 0.50/Kg; y los minoristas S/. 2,174.00/mes y S/. 0.70/Kg de queso.
- Los precios de compra-venta del queso fresco artesanal están regulados por la oferta y demanda de acuerdo a la temporada estacional, donde en el mes de noviembre se incrementan considerablemente: mayoristas precio de compra S/. 9.00/Kg, precio de venta S/. 12.00/Kg; minoristas precio de compra S/. 9.00/Kg, precio de venta S/. 14.00/Kg; y en el mes de diciembre se registra la peor baja en el año: mayoristas precio de compra S/. 5.00/Kg, precio de venta S/. 6.50/Kg; minoristas precio de compra S/. 5.00/Kg, precio de venta S/. 7.30/Kg.
- Las empresas artesanales deben depender de sistemas y no de personas, las actividades deben simplificarse al máximo para no detener los procesos o actividades por la falta de algún empleado.
- Sólo controlando sus recursos y actividades las agroempresas podrán mejorar su administración general en las diversas funciones; planeación, organización, integración, dirección y el control mismo.

### BIBLIOGRAFÍA

- Cobo, S. P. s.f. Matemáticas y teoría de la utilidad. Consultado 15 abril 2015. Disponible en [www.uv.es/asepuma/pdf](http://www.uv.es/asepuma/pdf).
- Escurra, E. 2008. Situación de la ganadería lechera en Cajamarca. Consultado 2 setiembre 2014. Disponible en [www.scielo.org.ve/%2Fscielo.php/%2FIng](http://www.scielo.org.ve/%2Fscielo.php/%2FIng)
- Chambers B., 1993. Aplicaciones de gestión con FoxPro, Metodologías para el diseño de aplicaciones en empresas. 1a. edición. México, Ediciones Anaya Multimedia América, S.A. de C.V.
- Hopkins J.A. y Heady E.O., 1964. Contabilidad y Control de Explotaciones Agrícolas. Tr. Fernando Ruiz García. Barcelona-Buenos Aires-México Ed. Reverte, S.A. C.
- Muñoz R.M. y Santoyo C.H., 1995. Retos y Oportunidades para las Agroempresas en una Economía Abierta. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo.
- Llamo, B. M. J. 2011. Evaluación de la cadena productiva de lácteos con enfoque empresarial en el distrito de Bambamarca. Tesis Ing. Agronegocios. Cajamarca-Perú, UNC. 3, 7, 16, 17 y 110 p.
- Kouzmine, V. 2003. Comercio internacional: América Latina-el comercio internacional de productos lácteos. Consultado 26 noviembre 2015. Disponible en [www.infolantea.com/pdf](http://www.infolantea.com/pdf).
- Mercado, H. S. 2000. Comercio Internacional: factores de la comercialización, canal de distribución y funciones, transporte, producto y comercio. Cuarta Edición. Editorial Limusa. México 24 - 249p.
- Rodríguez, C. E. 2009. Diccionario de economía. Consultado 15 abril 2015. Disponible en [www.eumed.net/diccionario/dee/dee.pdf](http://www.eumed.net/diccionario/dee/dee.pdf).

## Medición De Radón- 222 en interiores de las viviendas de la provincia de Lambayeque, Perú Utilizando Detectores Lr 115

### Measurement of indoor radon- 222 in dwellings of the province of Lambayeque – Peru Using Lr-115 Detectors

María A. González E. <sup>(\*)1</sup>, Patrizia E. Pereyra A. <sup>2</sup>, María E. López H. <sup>2</sup>, Daniel F. Palacios F. <sup>2</sup>, Javier A. Castañeda A. <sup>3</sup>

#### RESUMEN

En el presente estudio se realizó la medición de las concentraciones de Radón (<sup>222</sup>Rn) en las viviendas de los distritos de la Provincia de Lambayeque utilizando detectores de trazas nucleares de estado sólido (SSNTDs), películas de nitrato de celulosa LR 115 tipo 2. Se estimó el número de detectores por distrito considerando la densidad poblacional y tratando de cubrir tanto la zona urbana como rural. Los detectores fueron expuestos en modo descubierto, en el interior de las viviendas durante 90 días, en el Laboratorio de Técnicas de Huellas Nucleares de la PUCP se realizó el procedimiento de grabado, utilizando en una solución de NaOH a 2.5 N a 60 °C durante 90 minutos y también la lectura de los detectores mediante un microscopio óptico. Los resultados muestran que el 15% del total de viviendas muestreadas sobrepasaron el límite máximo permisible por la normativa nacional establecida por el IPEN, encontrándose concentraciones altas de Radón en los distritos de Lambayeque, Túcume y Chóchope.

**Palabras clave:** Radón, SSNTDs, LR 115, modo descubierto, contaminación ambiental,

#### ABSTRACT

In the present study, radon (<sup>222</sup>Rn) levels were measured in the homes of distributors in Lambayeque province using solid state nuclear tracks detectors (SSNTDs), LR 115 type 2 cellulose nitrate films. The number of detectors was estimated by the district considering the population density and trying to cover both the urban and rural areas. The detectors were exposed in bare mode inside the houses for 90 days, in the Nuclear Track Techniques Laboratory of the PUCP the etching procedure was carried out, using a 2.5 N NaOH solution at 60 °C for 90 minutes and also the reading of the detectors by an optical microscope. The results show that 15% of the total sampled houses exceeded the maximum permissible limit by the national regulations established by the IPEN, being at the highest levels of radon in the districts of Lambayeque, Túcume and Chóchope.

**Keywords:** radon, nuclear tracks, LR-115, bare mode, environmental pollution

<sup>1</sup>Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Av. M. Indacochea, Huacho, Perú

<sup>2</sup>Pontificia Universidad Católica del Perú, Av. Universitaria 1801, Lima 32, Perú

<sup>3</sup>Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Av. Juan XXIII 391, Lambayeque, Perú

\*mgones\_1026@hotmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

El radón ( $^{222}\text{Rn}$ ) proviene de la serie radiactiva natural del  $^{238}\text{U}$ . El radón en el ambiente se debe al contenido de  $^{226}\text{Ra}$  presente en los diferentes tipos de suelos. Al ser un gas se transporta desde el subsuelo hacia la atmósfera por difusión. La exhalación de radón produce que este se concentre en lugares cerrados o de poca ventilación haciéndose parte del aire que respiramos. Su principal característica que hace importante su medición de este radioisótopo es que no es percibido por los sentidos al ser un gas noble incoloro, inodoro e insípido. La Organización Mundial de la Salud ha catalogado la exposición al gas radón como la principal causa en la incidencia de cáncer de pulmón en personas no fumadoras [1].

El radón a la comunidad científica internacional concierne desde principios del siglo XX como un peligro significativo para la salud humana. Por tal motivo a nivel mundial se han realizado diversas investigaciones para medir los niveles de concentraciones de radón, debido al riesgo que conlleva su acumulación en interiores, viviendas y puestos de trabajo, causando efectos en los habitantes como por ejemplo el desarrollo de ciertos tipos de cáncer. Hoy en día, hay una evidencia concreta de que el radón y su progenie pueden causar cáncer de pulmón [2]. Por tal motivo diversos países establecieron una reglamentación definida para los niveles de concentraciones de radón en interiores.

A nivel nacional existe un Reglamento de Seguridad Radiológica que establece los niveles de concentraciones de radón en interiores, el cual se basa en normativas internacionales [3]. Los estudios de concentraciones de radón a nivel nacional se han realizado mediante la técnica de huellas nucleares empleando detectores LR-115 tipo II en modo descubierto [4, 5]. Los estudios indican la presencia de radón en el aire durante las diferentes estaciones del año [6], también señalan que las diferencias encontradas en las concentraciones de radón están relacionadas con el tipo de material de construcción, tamaño de las habitaciones y su ventilación [7]. En relación con el diseño de las viviendas, los estudios indican que en las viviendas donde el recubrimiento de las paredes es pintura, no se ha podido determinar una relación con las diferencias de los niveles de radón y el tipo de pintura; sin embargo, sí se ha podido encontrar que en algunos puntos de medición donde las paredes no presentan acabados las concentraciones superan los  $200 \text{ Bq/m}^3$ . Este resultado respalda la importancia de las capas de pintura como un blindaje contra el radón que proviene de los materiales de construcción [8].

En la provincia de Lambayeque no se registra ninguna investigación enfocada en determinar los niveles de concentraciones de Radón en las viviendas ni sus efectos en los habitantes, sin embargo, las estadísticas del Hospital Provincial Docente "Belén" de la ciudad de Lambayeque registran una alta tasa de incidencia de cáncer pulmonar para esta provincia, esto alcanza una notoria relevancia dadas las características especiales de las viviendas en la región

En este estudio se pretende estimar las concentraciones de radón en las viviendas de los distritos de la Provincia de Lambayeque mediante detectores LR-115 Tipo II en modo descubierto, estableciendo una relación con el material de construcción y el tipo del recubrimiento del suelo de las casas de la zona de estudio. Y elaborar el primer mapa de radón de la provincia de Lambayeque.

## II. METODOLOGÍA

La población de muestreo son las viviendas de la provincia de Lambayeque. Lambayeque se encuentra localizada en el norte del Perú, está conformada por 12 distritos y tiene una densidad poblacional de  $32 \text{ hab./km}^2$ . Los criterios para determinar el número de viviendas a monitorear se han establecido en el Proyecto 120-PNCIP-PIAP-2015, basados en la densidad poblacional y presentados en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1: Consideraciones de muestreo**

Criterio	habs./km <sup>2</sup>	casas/km <sup>2</sup>
<b>TIPO A</b>	300 a 450	8
<b>TIPO B</b>	De 150 a 300	4
<b>TIPO C</b>	De 0 a 150	2

**Tabla 2: Tipo de recubrimiento de las viviendas**

Criterio	Tipo de recubrimiento de la vivienda
<b>TIPO A</b>	Falso piso o contrapiso, piso de tierra, cemento pulido y mayólica
<b>TIPO B</b>	Mayólica, piso de tierra, cemento pulido
<b>TIPO C</b>	Piso de tierra, falso piso, cemento pulido

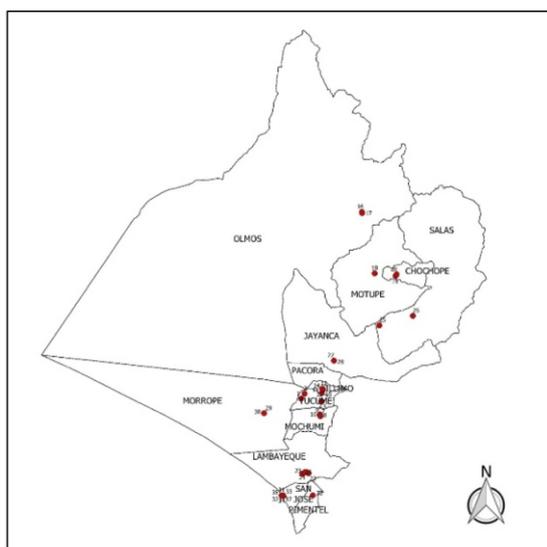


Figura 1. Puntos de medición en la provincia de Lambayeque, Perú

Resultando un total de 46 viviendas a monitorear como mínimo, los puntos de medición son presentados en la figura 1.

Se expusieron detectores LR-115 tipo II de 2 x 2 cm de tamaño en modo descubierto, los cuales fueron colocados en las paredes de ambientes en el primer piso de las viviendas. Las condiciones ambientales en promedio fueron de 23°C de temperatura y 69% de humedad promedio.

La traza latente (a escala nanométrica) causada por el impacto de partículas alfa son amplificadas mediante un proceso de grabado utilizando una solución de NaOH a 2.5 N a una temperatura de 60 ± 5°C durante 90 minutos [9], posteriormente se realiza un proceso de enjuague y secado.

Generando las trazas reveladas que pueden ser observadas con un microscopio óptico, correspondiente al proceso de lectura de detectores. El número de campos leídos en los detectores fueron tal que se obtenga un error menor al 20%.

La densidad efectiva de trazas (trazas/cm<sup>2</sup>) de los detectores está dada por (1)

$$\rho_{ef} = \rho_T - \rho_f \tag{1}$$

### III. RESULTADOS

Los resultados de las densidades de trazas de los detectores y la concentración de radón (222Rn) de 39 viviendas monitoreadas son presentadas en la tabla 3 con su respectiva codificación.

Donde  $\rho_T$  es la densidad total de trazas de los detectores y  $\rho_f$  es la densidad de trazas de fondo que corresponde a los detectores que no han sido expuestos.

Según [10] la concentración de radón  $C_{Rn}$  (Bq/m<sup>3</sup>) se calcula mediante la ecuación (2)

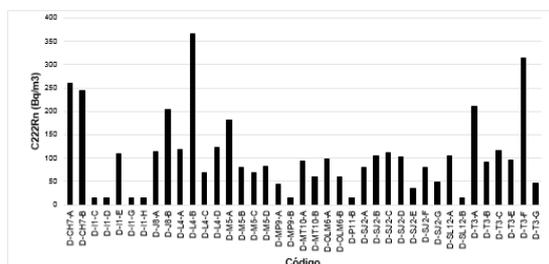
$$C_{222Rn} = \frac{\rho_{ef}}{K \times t_{exp}} \tag{2}$$

Donde  $t_{exp}$  es el tiempo de exposición en días (90 días) y  $K$  es el factor de calibración (0.028 ± 0.002 trazas cm<sup>-2</sup>/Bq días m<sup>-3</sup>) determinado exponiendo detectores dentro de una cámara de radón.

**Tabla 3: Resultados de la densidad de trazas y promedio de la concentración de radón del ambiente monitoreado**

CÓDIGO	$\rho_{ef}$ (Tr./mm <sup>2</sup> )	$C_{222Rn}$ (Bq/m <sup>3</sup> )
D-T3-A	5.33 ± 0.41	211 ± 16
D-T3-B	2.29 ± 0.28	91 ± 11
D-T3-C	2.92 ± 0.29	116 ± 12
D-T3-E	2.43 ± 0.35	96 ± 14
D-T3-F	7.92 ± 0.63	314 ± 25
D-T3-G	1.18 ± 0.23	47 ± 9
D-M5-A	4.55 ± 0.43	181 ± 17
D-M5-B	2.00 ± 0.30	80 ± 12
D-M5-C	1.72 ± 0.27	68 ± 11
D-M5-D	2.10 ± 0.25	83 ± 10
D-I1-C	0.26 ± 0.09	15 ± 4
D-I1-D	0.21 ± 0.14	15 ± 5
D-I1-E	2.74 ± 0.33	109 ± 13
D-I1-G	0.12 ± 0.09	15 ± 4
D-I1.H	0.40 ± 0.17	16 ± 7
D-P11-B	0.31 ± 0.10	15 ± 4
D-OLM6-A	2.48 ± 0.30	98 ± 12
D-OLM6-B	1.51 ± 0.22	60 ± 9

D-MT10-A	2.38 ± 0.29	94 ± 12
D-MT10-B	1.51 ± 0.20	60 ± 8
D-CH7-A	6.55 ± 0.57	260 ± 22
D-CH7-B	6.15 ± 0.68	244 ± 27
D-L4-A	3.00 ± 0.26	119 ± 10
D-L4-B	9.24 ± 0.82	367 ± 32
D-L4-C	1.75 ± 0,31	69 ± 12
D-L4-D	3.14 ± 0.46	124 ± 18
D-SL12-A	2.64 ± 0.41	105 ± 16
D-SL12-B	0.12 ± 0.08	15 ± 3
D-J8-A	2.90 ± 0.37	115 ± 15
D-J8-B	5.19 ± 0.43	205 ± 17
D-MP9-A	1.11 ± 0.18	44 ± 7
D-MP9-B	0.21 ± 0.09	15 ± 3
D-SJ2-A	2.01 ± 0.42	80 ± 16
D-SJ2-B	2.64 ± 0.36	105 ± 14
D-SJ2-C	2.83 ± 0.21	112 ± 8
D-SJ2-D	2.57 ± 0.31	102 ± 12
D-SJ2-E	0.90 ± 0.17	36 ± 7
D-SJ2-F	2.05 ± 0.28	81 ± 11
D-SJ2-G	1.20 ± 0.27	48 ± 10



Las concentraciones promedio de radón obtenidas son presentadas en el gráfico 2, se obtuvo un valor máximo de  $367 \pm 32$  Bq/m<sup>3</sup>, un mínimo de  $15 \pm 3$  Bq/m<sup>3</sup> y un valor promedio de  $103.3 \pm 2.2$  Bq/m<sup>3</sup>, las concentraciones de radón en promedio se presentan mediante un histograma en la figura 3.

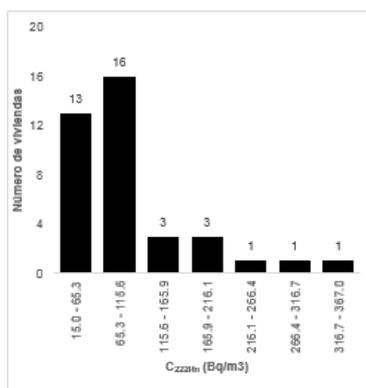


Figura 3: Histograma de las concentraciones promedio de radón

#### IV. DISCUSIÓN

La distribución de frecuencias (número de viviendas) de las concentraciones de radón medidas en los ambientes se representan en la figura 4, al parecer siguen una distribución log-normal.

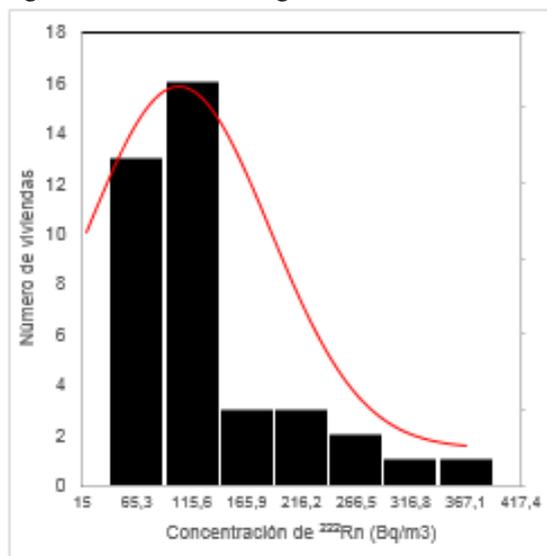


Figura 4. Histograma de frecuencias de las concentraciones de radón

Esta hipótesis puede ser verificada realizando un histograma de frecuencias del logaritmo natural (ln) de las concentraciones de radón y evaluar su normalidad mediante el Test de Anderson Darling.

En la figura 5 el histograma de frecuencias del ln C<sub>222</sub>Rn presenta un ancho de clase de ln C<sub>222</sub>Rn = 0.4, una frecuencia media de 13 y un valor de clase media de ln C<sub>222</sub>Rn = 4.8 (C<sub>222</sub>Rn=116Bq/m<sup>3</sup>).

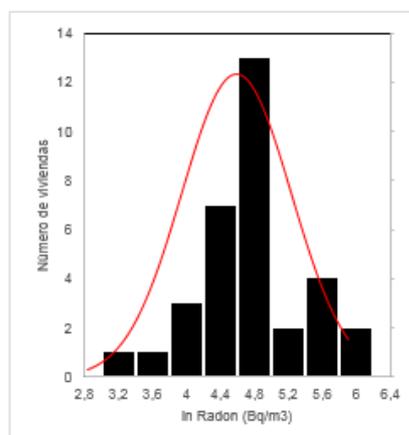


Figura 5. Histograma de frecuencias del logaritmo natural de las concentraciones radón

Al trazar los datos contra una distribución normal teórica, estos deben formar aproximadamente una línea recta, las salidas de la línea recta indican las desviaciones de la normalidad. El test de Anderson Darling representado en la figura 6 determina un P-valor = 0.165.

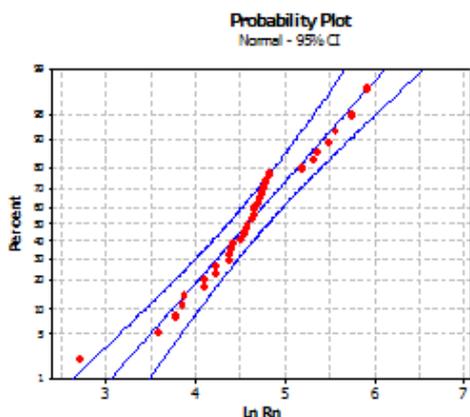


Figura 6. Test de Anderson Darling del periodo de monitoreo

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados el 15% de las viviendas superan los 200 Bq/m<sup>3</sup> de concentración de radón (222Rn), encontrándose en los distritos de Lambayeque, Túcupe y Chóchope concentraciones de 367 ± 32, 314 ± 25 y 260 ± 22 Bq/m<sup>3</sup> de radón respectivamente. Estos lugares de medición se diferenciaron con los otros en aspectos como, la antigüedad de construcción, material utilizado, tipo piso y estos eran ambientes de muy poca ventilación.

De acuerdo con el Test de Anderson Darling el P-valor (0,165) es mayor a 0.05 (nivel de confianza del 95%). Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula que la distribución de las concentraciones de radón encontradas en las viviendas se ajusta a una distribución log normal.

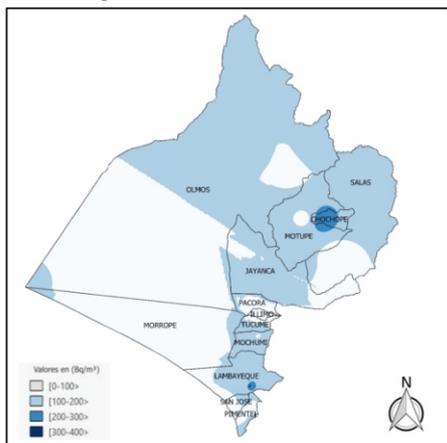


Figura 6. Mapa de radón de la provincia de Lambayeque, Perú

Los resultados de estudio permitieron realizar el primer mapa de radón de la Provincia de Lambayeque representado en la figura 6.

VI. AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi asesora Dra. Patricia Pereyra Anaya, Dra. Maria Elena López Herrera y Dr. Daniel Palacios, Docentes de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Javier A. Castañeda Akamine, Docente de la UNPRG, a ellos por su gran apoyo intelectual, por su dedicación y su confianza en mí por el logro de mi proyecto de tesis.

A todas las familias que colaboraron permitiendo la instalación de los detectores en sus viviendas.

Finalmente al Grupo de Investigación en Técnicas de Huellas Nucleares – GITHUNU-PUCP y al Instituto de Energía Nuclear- IPEN, por proporcionar los detectores, por su asesoría y haberme brindado su laboratorio, sin cuyo apoyo no hubiera sido posible realizar este trabajo de investigación

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Manual de la OMS sobre el radón en interiores. Una perspectiva de salud pública. (2015).

Efstratios, G. Vogiannis and Dimitrios, N. (2014). Radon Sources and Associated Risk in Terms of Exposure and Dose. *Front Public Health*. 2:207.

Instituto peruano de Energía Nuclear IPEN. (1997). Reglamento de seguridad radiológica.

Pereyra, P. (1998). Detección de Rn222 en ambientes interiores utilizando la técnica de Huellas nucleares. (Tesis de Licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

Pereyra, P., López, M y Pérez, B. (2014). Mediciones de la Concentración de Radón 222 en residencias de Lima, Perú.

Pérez, B. (2015). Estudio de la contaminación ambiental debido a elementos radiactivos naturales. (Tesis de bachiller). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

Rojas, J. (2016). Monitoreo de Radón en la zona sur de Lima. (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

Liza, R. (2017). Mapeo de Niveles de radón 222 en el Distrito de San Martin de Porres (Lima – Perú). (Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.

Ramsiya M., et al. Estimation of indoor radón and thoron in dwellings of Palakkas, Kerala,

- India using solid state nuclear track detectors, *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*, 2017, vol.10, no 3, p. 269-272.
- Eappen, K.P, Mayya, Y.S. “Calibration factors for LR 115 (type 2) based radón thoron discriminating dosimeters”, *Radiation Measurements*, 38, 5-17 (2004)
- Ferrer, A. ( 2003). *Física Nuclear y de Partículas*. Valencia, España. QUILES Artes Gráficas S.A.Universitat
- Fleischer, R., Buford, P.; Walker, R., (1975). *Nuclear Tracks in Solids : Principles and Applications*. Los Angeles, London. The Regents the University of California Press.
- Kodalpa Radon- Dosimeters and LR 115 SSNTD Specifications. Recuperado de [www.gt-analytic.at/downloads\\_en/Kod\\_tech\\_det.pdf](http://www.gt-analytic.at/downloads_en/Kod_tech_det.pdf)
- Lantz, P., Mendez, D; Philbert M. (2013). Radon, smoking, and lung cáncer: the need to refocus radón control policy. US National Library of Medicine National Institutes of Health

## Comparación de dietas para *Colossoma macropomun* “gamitana” en etapa juvenil, formuladas con insumos regionales

Flor Teresa García Huamán<sup>1</sup>, Edison Abel Velasquez Navarro<sup>2</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar cuál es la mejor dieta formulada con insumos regionales: “pan de árbol”, “kudzu”, “amasisa”, “yuca” para *Colossoma macropomun* en etapa juvenil. El diseño fue con preprueba - postprueba y grupo control, se utilizó cuatro grupos experimentales y un grupo control. La muestra estuvo constituida por 50 especímenes, con una talla promedio de 17.2 cm. y peso promedio de 120.1 g. distribuidas en 5 pozas de cultivo. Las evaluaciones de tamaño y peso se realizaron mensualmente. Se determinó el porcentaje de proteína total de los insumos regionales, para calcular el porcentaje de proteína en alimento formulado. Se mezcló harina de maíz 25%, polvillo de arroz 14%, afrecho de trigo 14%, harina de soya 16%, harina de pescado 16%, harina de insumo regional 15%. Se encontró que la harina de hoja de yuca presenta mayor porcentaje de proteínas totales, con un 23,385%, mientras que las harinas de las hojas de pan de árbol, kudzu y amasisa, tuvieron 16,226%; 22,418% y 22,457%, respectivamente. Se concluye que la mejor dieta formulada contiene 150 g. de harina de hoja de kudzu, alcanzando un tamaño de 28.40 cm. y un peso es 335.7 g. a los 90 días.

**Palabras clave:** Formulación de dietas, *Colossoma macropomun*.

### ABSTRACT

The objective of the present study was to determine which is the best diet formulated with regional inputs: "tree bread", "kudzu", "amasisa", "yuca" for *Colossoma macropomun* in juvenile stage. The design was with pretest - post test and control group, four experimental groups and a control group were used. The sample consisted of 50 specimens, with an average size of 17.2 cm. and average weight of 120.1 g. distributed in 5 pools of culture. The evaluations of size and weight were made monthly. The percentage of total protein of the regional inputs was determined, to calculate the percentage of protein in formulated food. 25% corn flour, 14% rice powder, 14% wheat bran, 16% soybean meal, 16% fish meal, 15% regional input flour were mixed. It was found that the yuca leaf flour had a higher percentage of total proteins, with 23.385%, while the flours of the leaves of tree bread, kudzu and amasisa, had 16.226%; 22.418% and 22.457%, respectively. It is concluded that the best formulated diet contains 150 g. of kudzu leaf flour, reaching a size of 28.40 cm. and a weight is 335.7 g. at 90 days.

**Keywords:** Formulation of diets, *Colossoma macropomun*.

<sup>1</sup>Docente Principal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Biólogo-Microbiólogo, Magister en Ciencias con Mención en Gestión Ambiental, Doctora en Ciencias Ambientales y Especialista en Gestión de la Biodiversidad. Universidad Nacional de Trujillo. Correo Electrónico: [flor.garcia@unstm.edu.pe](mailto:flor.garcia@unstm.edu.pe)

<sup>2</sup> Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

## I. INTRODUCCIÓN

La fauna peruana de peces continentales se encuentra especialmente en la cuenca amazónica. Hasta hace unos 16 años se reconocieron 855 especies válidas; sin embargo, estimaciones conservadoras sugieren que alcanzarían a 1200 especies. La Amazonia Peruana contiene más de 800 especies (82%) del total de especies registradas. (Ortega, et al., 2012).

La Piscicultura en la Amazonia Peruana, representa una posibilidad interesante de producción, generación de ingresos y empleo, debido a las ventajas comparativas que ofrece la región, como son: clima tropical, gran diversidad de especies, amplia disponibilidad de agua, y sobre todo mercado creciente a nivel local, nacional y externo. Inicialmente fueron utilizados como insumos para la alimentación de peces frutos y semillas que fueron extraídos del bosque y poco a poco, la actividad se fue afianzando, incorporando el uso de alimento balanceado, con el consiguiente incremento de la cosecha y el rendimiento (Alcántara, 2017).

En algunos casos se pueden aprovechar como alimento para peces, residuos orgánicos de otras fuentes de alimentos, haciendo referencia en la obtención de harina de pescado, el cual puede obtenerse del fileteado de pescado en los muelles pesqueros o áreas de venta del mismo, de igual manera en el aprovechamiento de despojos de las pollerías. (Hdez et al., 2015).

En las zonas rurales se pueden encontrar recursos como malanga, maíz, amaranto, soya, coco, así como derivados de otros procesos, como el germinado de maíz, existiendo una inmensa lista de productos de gran aporte para formular una dieta balanceada que pueda ser aprovechada para elaborar dietas alimenticias para peces. El uso de técnicas para elaborar alimento alternativo, puede ser una solución para las zonas rurales y pequeñas granjas acuícolas, donde los costos del alimento incrementan o bien no son de fácil adquisición por la lejanía de las áreas de venta o por cuestiones económicas. (Hdez et al., 2015).

El alimento es la principal problemática de los piscicultores; generalmente presenta el mayor costo operativo en la crianza de *Colossoma macropomum* “gamitana” pero este se incrementa aún más en la región Amazonas por la distancia que existe a las plantas procesadoras de estos alimentos balanceados que mayormente se encuentran en la costa.

La Poza es un centro poblado que está ubicado en el distrito de Río Santiago, provincia de Condorcanqui, en la región Amazonas, donde existe gran cantidad de recursos vegetales como hojas de pan de árbol,

kudzu, amasisa, yuca, que pueden utilizarse como insumos regionales para formular dietas alimenticias para peces de la zona, disminuyendo el precio y mejorando la producción, por ello el presente estudio tuvo como objetivo comparar diferentes dietas para *Colossoma macropomun* “gamitana” en etapa juvenil, formuladas con insumos regionales.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

Se aplicó el diseño clásico con preprueba - postprueba y grupo control, se utilizó cuatro grupos experimentales y un grupo control, con el objetivo evaluar cuál es el grupo experimental con mejores resultados en comparación con el grupo control.

El estudio se realizó en Localidad La Poza, distrito Río Santiago, provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas y los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Ciudad Universitaria.

La muestra estuvo constituida por 50 especímenes de *Colossoma macropomum* “gamitana” en etapa juvenil con una talla promedio de 17.2 cm. y peso promedio de 120.1 g. Se instalaron 5 pozas de cultivo con una medida de 2 m. de ancho por 1.5 m. de altura y 5 m. de largo, con un área total de 50 m<sup>2</sup>, divididas entre sí con mayas alevineras. Se colocaron los especímenes; haciendo una distribución al azar, para los tratamientos experimentales T1, T2, T3, T4 y Testigo. Los muestreos fueron de forma aleatoria en cada una de las pozas y las evaluaciones de tamaño y peso se realizaron mensualmente.

Se determinó el porcentaje de proteína total, de los insumos regionales como harina de hoja de: “pan de árbol”, “kudzu”, “amasisa”, “yuca”, según los métodos AOAC, datos que fueron ingresados en el programa ZOOTEK 3.0., para establecer el porcentaje de proteína en alimento formulado entre 25% a 26%, dato que permitió calcular los porcentajes de los ingredientes para la formulación de las dietas alimenticias: maíz 25%, polvillo de arroz 14%, afrecho de trigo 14%, harina de soya 16%, harina de pescado 16%, harina a investigar 15%.

Tabla 1. Porcentaje (%) de insumos de las dietas formuladas en los tratamientos T1, T2, T3, T4 y testigo, calculados mediante el programa ZOOTEK 3.0.

INSUMOS	TRATAMIENTOS				Testigo
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	
Harina de Maíz Amarillo	25				Peces alimentados de manera tradicional por los piscicultores de la Provincia de Condorcanqui
Polvillo de arroz	14				
Afrecho de trigo	14				
Harina de soya	16				
Harina de pescado	16				
Harina de yuca	15	x	x	x	
Harina de amasisa		15	x	x	
Harina de kudzu			15	x	
Harina de pan de árbol				15	
TOTAL	100	100	100	100	

Para la preparación de las dietas formuladas se procedió a hervir la harina de maíz de 5 a 10 minutos aproximadamente, con 2 litros de agua para cada dieta (tratamiento) luego se mezcló con el resto de harinas según el tratamiento: T1, T2, T3, T4. |

Las mezclas se sometieron a un proceso de peletizado, con la finalidad de darle la forma adecuada al alimento, luego se colocó sobre calaminas para ser secado directamente al sol con una temperatura promedio de 30°C.

Tabla 2. Peso (g) de los insumos en la formulación de dietas alimenticias para *Colossoma macropomun* "gamitana"

Insumos	TRATAMIENTOS (g)				Testigo
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	
Harina de Maíz Amarillo	250	250	250	250	Peces alimentados de manera tradicional por los piscicultores de la Provincia de Condorcanqui
Polvillo de arroz	140	140	140	140	
Afrecho de trigo	140	140	140	140	
Harina de soya	160	160	160	160	
Harina de pescado	160	160	160	160	
Harina de yuca	150	x	x	x	
Harina de amasisa		150	x	x	
Harina de kudso			150	x	
Harina de pan de árbol				150	
TOTAL	1 000	1 000	1 000	1 000	

Una vez seco y peletizado el alimento se procedió a pesar de acuerdo al requerimiento nutricional diario del pez. Se pesó el alimento en función a la tasa de alimentación diaria, teniendo en cuenta el peso promedio del ejemplar (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2006), siendo la tasa diaria de alimentación 2,8%, 2,6% y 2,5%, para el primer, segundo y tercer mes, respectivamente.

Tabla 3. Porcentaje de tasa diaria de alimentación según etapa de crecimiento.

Etapa de crecimiento	Peso promedio por ejemplar (g)	Tasa diaria de alimentación (%)
<b>INICIO LEVANTE</b>	3	5,0
	20	4,5
	50	3,5
<b>ENGORDE</b>	75	3,0
	145	2,6
	230	2,5
	320	2,2
	440	1,5
	560	1,5
	705	1,3
	830	1,2
	980	1,1
	1120	1,1
	1240	1,0

Fuente: Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, (2006).

Para calcular la cantidad de alimento que se va a suministrar se tuvo en cuenta la fórmula siguiente:

$$\text{Alimento suministrado} = \frac{\text{Tasa de alimentación} \times \text{Biomasa}}{100}$$

Tabla 4. Alimento suministrado en los cuatro tratamientos, durante el primer mes.

Tratamiento	Criterios para determinar el suministro de alimento		Alimento suministrado (g.)
	Biomasa (g.)	Tasa diaria de alimentación (%)	
T1	120.5	2.8	3.37
T2	120	2.8	3.36
T3	120	2.8	3.36
T4	119.5	2.8	3.35
Testigo	120.5	X	Forma tradicional

Tabla 5. Alimento suministrado en los cuatro tratamientos, durante el segundo mes.

Tratamiento	Criterios para determinar el suministro de alimento		Alimento suministrado (g.)
	Biomasa (g.)	Tasa diaria de alimentación (%)	
T1	199.7	2.6	5.19
T2	201.9	2.6	5.25
T3	213.1	2.6	5.54
T4	203.5	2.6	5.29
Testigo	224.2	X	Forma tradicional

El producto se envasó en bolsas de polietileno comercial para evitar la adsorción de humedad, oxígeno y otros gases que puedan alterar el producto. Se almacenó a temperatura ambiente, en un lugar fresco, limpio y seco con suficiente ventilación con el fin de garantizar la conservación del alimento.

La evaluación del tamaño de *Colossoma macropomun* se realizó midiendo desde la punta de la boca hasta el punto más extremo de la aleta caudal, para ello se utilizó una regla de madera milimetrada y para determinar el peso se utilizó una balanza digital calibrada.

Para el análisis estadístico se aplicó un diseño en bloques completamente al azar; en el cual los tratamientos estuvieron representados por distintas formulaciones de dietas para *Colossoma macropomun* “gamitana” en etapa juvenil y los bloques fueron representados por el número de días en que se realizó la medición.

La información recopilada fue procesada mediante la aplicación de un análisis de varianza (prueba F) y en el caso en que se evidenció diferencias significativas o altamente significativas entre los tratamientos se procedió a la aplicación de la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, con el propósito

de determinar el tratamiento o tratamientos que generaron mayor tamaño y peso.

### III.RESULTADOS

Tabla 6. Determinación de proteínas totales (%) de insumos regionales: harinas de hojas de pan de árbol kudzu, amasisa, yuca.

INSUMOS REGIONALES	PROTEINAS TOTALES (%)
Harina de hoja de pan de árbol	16,226
Harina de hoja de kudzu	22,418
Harina de hoja de amasisa	22,457
Harina de hoja de yuca	23,385

Tabla 7. Tamaño de los especímenes por tratamiento a los 0, 30, 60 y 90 días.

⊕ Tratamientos	Tamaño (cm) según días de tratamiento			
	0 días	30 días	60 días	90 días
Tratamiento 1	17.05	20.10	19.50	22.60
Tratamiento 2	17.05	20.60	21.30	24.90
Tratamiento 3	17.00	20.80	21.90	28.40
Tratamiento 4	17.05	20.10	21.30	24.30
Testigo	17.05	17.90	18.10	19.70

Tabla 8. Peso de los especímenes por tratamiento a los 0, 30, 60 y 90 días.

Tratamientos	Peso (g) según días de tratamiento			
	0 días	30 días	60 días	90 días
Tratamiento 1	120.5	199.7	195.7	274.2
Tratamiento 2	120	201.9	247.2	332.3
Tratamiento 3	120	213.1	246.3	335.7
Tratamiento 4	119.5	203.5	238.3	305.8
Testigo	120.5	194.2	229.5	252.5

### IV. DISCUSIÓN

El Perú es considerado rico por la biodiversidad de sus recursos naturales, por ello es importante identificar aquellos alimentos con alto contenido proteico, aprovechando residuos orgánicos encontrados en el campo, donde no son utilizados y que pueden ser considerados como insumos en la formulación de dietas balanceadas para peces. En esta investigación se consideraron como insumos regionales a las hojas de “pan de árbol”, “kudzu”, “amasisa”, “yuca”, las mismas que fueron molidas

obteniéndose harinas para la formulación de alimento balanceado para *Colossoma macropomum* “gamitana”.

La harina de hoja de yuca presenta mayor porcentaje de proteínas totales, con un 23,385%, mientras que las harinas de las hojas de pan de árbol, kudzu y amasisa tuvieron 16,226%; 22,418% y 22,457%, respectivamente. (Tabla 6). Un factor de referencia en el alimento para peces, es el porcentaje de proteína encontrándose en el mercado alimento desde 53% hasta 25% y esto se aplica según el peso o etapa de los

peces. Por ello, el acuicultor debe conocer las necesidades nutricionales de los peces para satisfacer el requerimiento energético que aporta los compuestos del alimento (Hdez et al., 2015).

Según su desarrollo *Colossoma macropomum* “gamitana” requiere diferentes porcentajes de proteína en su alimentación, cuando está en etapa de alevino-inicio, el porcentaje de proteína debe ser un promedio de 30%, en etapa de crecimiento 25%, en etapa de engorde 20% y en etapa de reproducción 35%, (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, 2006).

Las proteínas son compuestos esenciales considerados como el constituyente más importante de cualquier célula viviente y representa el grupo químico más abundante en el cuerpo de los animales, con excepción del agua. La proteína suministrada en la dieta actúa como fuente de energía y es requerida dentro del cuerpo del animal para la formación de otras sustancias biológicamente importantes, tales como anticuerpos. (Hdez et al., 2015).

La estrategia de alimentación basado en proteínas utilizando insumos de bajo costo, ha dado buenos resultados y los costos de producción se optimizan, además que se aprovecha mejor el alimento suministrado para los peces y hay menor pérdida del mismo, así como el impacto por alimento no consumido es menor.

Existen variables que pueden alterar la frecuencia de alimentación como es la temperatura, calidad de agua, stress de los peces entre otros. La frecuencia de alimentación es un factor determinante que permite optimizar la actividad piscícola. El principio es que a menor peso de los peces la frecuencia de alimentación es mayor. El manejo de las tablas de alimentación indica la cantidad de alimento que debe suministrarse a los peces, según el peso promedio, por ello, el acuicultor debe evaluar la ganancia de pesos de sus especímenes cada 7 o 14 días y con el uso de las tablas de alimentación determinar la cantidad de alimento a suministrar el cual se divide entre el número de veces que se alimentará por día, así mismo las tablas de alimentación hacen referencia al porcentaje de proteína a emplear. (Hdez et al., 2015).

El crecimiento de *Colossoma macropomum* “gamitana” puede ser muy rápido en las condiciones de estanques, pudiendo alcanzar más de 1 kg de peso en un lapso de 8 a 12 meses dependiendo del número de peces por metro cuadrado (densidad) que se cultiva, así como del alimento que se emplea, (Guerra y col., 2006). En nuestra investigación el mayor tamaño de *Colossoma macropomum*

“gamitana” a los 90 días, utilizando harina de amasisa fue 28.40cm. (Tabla 7), sin embargo, en una investigación realizada con harina del fruto de pan de árbol, se reportó el promedio del tamaño de *Colossoma macropomum* “gamitana” en etapa juvenil a los 90 días de 26,52 cm. (Velásquez, 2014).

En la actualidad los alimentos balanceados comerciales están formulados en base a derivados ya estudiados en laboratorios o estanques, en los cuales se mide parámetros de producción sin conocimiento de la disponibilidad de los nutrientes. Estas formulaciones toman en cuenta la composición dietética bruta que produjo un crecimiento óptimo y puede ser formulado bajo el concepto de menor costo únicamente, sin considerar mantener fijos los requerimientos digeribles y dietéticos del pez, (Akiyama et al, 1993), los que se ven reflejados en el peso, en la presente investigación el mayor peso *Colossoma macropomum* “gamitana” a los 90 días con una inclusión de 15% harina de hoja de kudzu fue 335.7 g. (Tabla 8), lo que se asemeja a los resultados reportados por Velásquez (2014) que con una inclusión de 11.72% de harina de fruto de *Artocarpus altilis* obtuvo un peso de 344,44 g.

## V. CONCLUSIONES

- La mejor dieta formulada para *Colossoma macropomun* en etapa juvenil contiene 150 g. de harina de hoja de kudzu, como insumo regional.
- La harina de hoja de yuca presenta mayor porcentaje de proteínas totales, con un 23,385%, mientras que las harinas de las hojas de pan de árbol, kudzu y amasisa tuvieron 16,226%; 22,418% y 22,457%, respectivamente.
- La formulación de dietas alimenticias es con maíz 25%, polvillo de arroz 14%, afrecho de trigo 14%, harina de soya 16%, harina de pescado 16%, harina de insumos regionales 15%.
- Las pozas de cultivo con una medida de 2 m. de ancho por 1.5 m. de altura y 5 m. de largo permiten el crecimiento de 50 especímenes de *Colossoma macropomun* “gamitana” en etapa juvenil con una talla promedio de 17.2 cm. y peso promedio de 120.1 g.
- El mayor tamaño de *Colossoma macropomun* “gamitana” a los 90 días es 28.40cm y el mayor peso es 335.7 g.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántara, F. (2017). Piscicultura y seguridad alimentaria en la Amazonia Peruana. Revista Biovisión 1(2), 13-17.
- Alcántara F., Rodríguez L., Cuq, A.; Tello, S.; Del

- Castillo, D. (2014). Avances del desarrollo de la acuicultura en la región Amazonas. Perú: Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana.
- Akiyama, D. Dominy, W.G.; Y Lawrence, A. L.(1993). Nutrición de camarones para la industria alimentaria comercial. Primer simposium internacional de nutrición y tecnología de alimentos para acuicultura .Monterrey, México.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Guerra, H.; Saldaña, G., Tello, S.; & Alcántara, F.(2006). *Cultivando Peces Amazónicos*. Segunda Edición. Editorial IIAP/DIOFOR-IRG/USAID/PRODUCE. Lima, Perú.►  
Hdez J., Jiménez M., Montenjo M., Carrillo L. (2015). Elaboración de un alimento alternativo para producción de tilapia. Oaxaca, México: Instituto Tecnológico de Salina Cruz.
- Instituto de Investigación de la Amazonía Peruana. (2006). *Cultivos de peces amazónicos*. 2da edición. Editorial. Irg. San Martín, Perú.
- Ministerio de la Producción. *Especies cultivadas en el Perú*.
- Ortega H., Hidalgo M., Trevejo G.,Correa E., CortijoA., Mesa V.,Espino J., (2012). *Lista anotada de los peces de aguas continentales del Perú*. Ministerio del Ambiente, Perú: Editorial Manual moderno.
- Romero, M. (2017). Anchoqueta *Engraulis ringes* ¿aporte al consumo humano directo? ¿beneficio industrial?¿depredación moderna?. *Revista Biovisión* 1(2), 18-25.
- Velásquez, A. (2014). Evaluación de un alimento formulado para *Colossoma macropomun* “gamitana” en etapa juvenil, a base de harina de *Artrocarpus altilis* “pan de árbol”, como insumo principal en la localidad La Poza, Provincia de Condorcanqui, Región Amazonas. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.

## Patogenicidad de hongos entomopatógenos sobre *Metamasius* sp “Picudo de la caña” bajo condiciones de laboratorio, Chachapoyas- Amazonas.

Santos Triunfo Leiva Espinoza

### RESUMEN

El desarrollo y el uso de entomopatógenos como agentes de control biológico, es tal vez en la actualidad la principal herramienta de represión de muchas plagas de los cultivos. El hongo *Beauveria bassiana* es ampliamente utilizado como enemigo natural de múltiples especies de insectos como los coleópteros. Estudios previos han demostrado que las cepas nativas de este hongo son los más eficientes al menos bajo condiciones de laboratorio. Bajo este escenario y con el objetivo de evaluar la patogenicidad invitro de cepas nativas de hongos entomopatógenos del género *Beauveria* sobre el picudo de la caña de azúcar (*Metamasius* sp), principal plaga de este cultivo en la región Amazonas, se evaluaron siete tratamientos generados a partir de la existencia de cepas nativas recuperadas de adultos del propio picudo y broca del café (*Hypothenemus hampei*) incluyéndose además a un octavo tratamiento testigo. El ensayo fue conducido en un diseño de experimento DCA y se midió el porcentaje de mortalidad y nivel de colonización de las cepas. Los datos fueron sometidos a un análisis de covarianza, detectando diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y una vez aplicada la prueba de comparaciones múltiples, se evidenció que el aislamiento de *Beauveria* sp BbP22 a dosis de  $3 \times 10^7$  con/g, proveniente de la Provincia de R. Mendoza y como hospedero inicial a la broca del café, fue el que logró el mayor registro de mortalidad y colonización con 85% y 95%, respectivamente, evidenciando un alto potencial como componente del manejo integrado de la plaga.

**Palabras clave:** Control biológico, cepa nativa, caña de azúcar, plaga, invitro.

### ABSTRACT

The development and use of entomopathogens as biological control agents, is perhaps currently the main tool of repression of many crop pests. The fungus *Beauveria bassiana* is widely used as a natural enemy of many insect species such as coleoptera. Previous studies have shown that the native strains of this fungus are the most efficient at least under laboratory conditions. Under this scenario and with the objective of evaluating the invitro pathogenicity of native strains of entomopathogenic fungi of the *Beauveria* genus on the sugarcane weevil (*Metamasius* sp), the main pest of this crop in the Amazon region, seven treatments were evaluated. from the existence of native strains recovered from adults of the palm weevil and coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*), including an eighth control treatment. The test was conducted in a DCA experiment design and the percentage of mortality and level of colonization of the strains was measured. The data were subjected to an analysis of covariance, detecting statistically significant differences between the treatments and once the multiple comparisons test was applied, it was evidenced that the isolation of *Beauveria* sp BbP22 at a dose of  $3 \times 10^7$  with / g, coming from the Province of R. Mendoza and as initial host to the coffee berry borer, was the one that achieved the highest mortality and colonization register with 85% and 95%, respectively, evidencing a high potential as a component of integrated pest management.

**Keywords:** Biological control, native strain, sugar cane, plague, invitro.

## I. INTRODUCCIÓN

De las superficies agrícolas con cultivos en el Perú, destacan las dedicadas tanto a cultivos industriales, como para el consumo humano directo, entre ellos podemos mencionar la caña de azúcar que representa el 3,4%, de la producción nacional con 141.3 miles de hectáreas. En Amazonas, la caña de azúcar es utilizada para la obtención de aguardiente, chancaca y panela granulada, alternativa de negocio que a la fecha es la más importante en muchas zonas de la región; sin embargo, este cultivo se ve afectado por diversas plagas y enfermedades, dentro de los cuales se encuentra el picudo rayado de la caña (*Metamasius* sp) que por los daños que origina a los tallos y por las pérdidas cuantiosas que genera está considerado como un plaga clave y de importancia económica en las zonas productoras de caña de azúcar de la Región Amazonas (INDES-CES, 2017).

Los adultos del picudo de la caña son atraídos a las socas después del corte de la caña, efectuando sus posturas y permitiendo el ingreso de agentes de pudrición y fermentación de la caña. Las larvas, a más de alimentarse de los tejidos destruidos o dañados, invaden las partes sanas, permaneciendo en el tallo hasta completar su periodo larval. Los síntomas son amarillamiento de las plantas, apareamiento de brotes muertos en la cepa, fallas en el rebrote de las cañas socas y la acumulación de aserrín en los orificios de las galerías, que son normalmente mayores que los de *Diatraea*.

Visto los daños que causa el picudo de la caña y la necesidad puntual de su represión con control, se hace necesario la búsqueda de propuestas de control de esta importante plaga, a partir de alternativas amigables con el medio ambiente, del menor impacto ambiental posible, por ello el presente trabajo plantea el objetivo de evaluar la patogenicidad invitro de cepas nativas de hongos entomopatógenos del género *Beauveria* sobre el picudo de la caña de azúcar (*Metamasius* sp), principal plaga de este cultivo en la región Amazonas.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo experimental se llevó a cabo en el laboratorio de Sanidad Vegetal LAVISANV, área de entomología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza –Campus Universitario: Calle Higos Urco N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304.

Se utilizó la metodología de y , donde se preparó una suspensión de cada una de cepas en agua destilada estéril (A.D.E) en un patrón de 9 mL, utilizando 1g de PDA colonizado por el entomopatógeno y una proporción de 10  $\mu$ L de

Tween 80® al 0.1% , para la dispersión de las conidias . De esta suspensión se hicieron diluciones seriadas hasta  $1 \times 10^{-3}$ , tomando de ésta una cantidad de 10  $\mu$ L para hacer los conteos en cámara de Neubauer con ayuda de un microscopio a objetivo de 40x del mismo modo para estimar la concentración de esporas se contaron cinco cuadros del cuadrante central de la cámara. La densidad de la suspensión de cada uno de los aislamientos fue ajustada a  $3 \times 10^7$  conidias.mL<sup>-1</sup> y . Para calcular el número de esporas se utilizó la siguiente fórmula: Conidias /mL = Número de Conidias contadas x 25 000 x factor de dilución, .

La recolección de adultos de *Metamasius* sp se realizó de parcelas de caña de azúcar ubicadas en el distrito Santa Rosa provincia de Rodríguez de Mendoza, donde se evidenció que no registraba ninguna aplicación de plaguicidas y bioplaguicidas. Los adultos colectados fueron colocados en contenedores plásticos de un litro de capacidad, con orificios para su ventilación (foto 1a) y transportados al laboratorio de Sanidad vegetal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, donde fueron evaluados y seleccionados para el ensayo aquellos adultos que mostraron mayor actividad y capacidad de alimentación como también uniformidad en tamaño y color (Barriga et al., 2002).

Los adultos de *Metamasius* permanecieron por 15 días en una bandeja plástica con trozos de caña machacada como alimento y cubierta con malla de algodón para evitar su escape; este tiempo permitió probar que estaban libres de patógenos y para su aclimatación al ambiente en cautiverio.

Para la inoculación, se utilizó una población de 210 adultos de *Metamasius* sp con la misma característica morfológica en aspecto y coloración, es decir adultos activos de color marrón claro, cuya color es un indicador del buen desarrollo de la cutícula, estos fueron previamente desinfectados con hipoclorito de sodio al 1% ((NaClO, 1%) por dos minutos y lavados con agua destilada estéril tres veces con la finalidad de eliminar el exceso de este . Del mismo modo para la inoculación de las cepas se colocó en inmersión el número total de adultos utilizados por cada repetición de cada cepa de *Beauveria* ayudado con una malla de algodón para facilitar las inmersiones en un biker de 100ml (Foto 1b), donde previamente se colocó una suspensión de  $3 \times 10^7$  esporas.ml<sup>-1</sup> de cada cepa utilizada (40ml), agitando durante cinco minutos en un vortex. Al cumplir el tiempo de exposición se retiró de los adultos el exceso de suspensión mediante inversión del biker y se retiró para colocar en un envase plástico descartable transparente de ½ Kg de capacidad y el

fondo recubierto con papel toalla seco previamente desinfectado, con tapa con pequeñas perforaciones para evitar asfixia del insecto plaga . Del mismo modo, éste envase plástico se humedeció mediante la aspersión con agua destilada estéril para favorecer el desarrollo del hongo y se agregó un trozo de caña previamente desinfectado con hipoclorito de sodio al 0.1% esto con la finalidad de evitar la muerte de los picudos (foto 1c) por inanición, este fue renovado cada 10 días y al mismo tiempo asperjando 1ml de agua esterilizada para mantener una humedad relativa constante hasta el término del ensayo.



1. Tratamiento de las muestras y metodología de recolección y captura (a), inmersión en la solución conidial (b), tratamiento post inmersión y alimentación (c), evaluación de mortalidad y adultos colonizados por el hongo (d).

Durante todo el proceso se trabajó con una temperatura media de 19.43 °C y una Humedad Relativa de 69.43%.Las evaluaciones se realizaron a los 10, 15, 20 y 25 días

La evaluación de mortalidad de los adultos de *Metamasius* se realizó cada 5 días por un periodo de 20 días después de la inoculación, lo cual determinó cuatro evaluaciones; esto con el fin de observar y determinar el comportamiento de los insectos frente al patógeno, el porcentaje y tiempo de mortalidad.

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con siete tratamientos y tres repeticiones; los tratamientos estuvieron formados por siete aislamientos de *B. bassiana* (P3, F34, P20, P22, BB, BLC Y BPR), Cada cepa se evaluó en una concentración de 3x10<sup>7</sup> y en diez adultos de *Metamasius* sp por repetición y por cada unidad experimental formando un total de 210 adultos en todo el experimento.

Tabla 1: Tratamientos en estudio.

Tratamiento	Aislamiento	Hospedero	Cultivo	Origen
T1	BbCc	<i>H.hampeii</i>	Café	Senasa - Lima
T2	BbCL	<i>Metamasius</i> sp	Caña de Azúcar	Amazonas - La Coca
T3	BbPR	<i>Metamasius</i> sp	Caña de Azúcar	Amazonas Pedro Ruiz
T4	BbP3	<i>H.hampeii</i>	Café	Amazonas Rodriguez Mendoza
T5	BbP20	<i>H.hampeii</i>	Café	Amazonas Rodriguez Mendoza
T6	BbF34	<i>H.hampeii</i>	Café	Amazonas Rodriguez Mendoza
T7	BbP22	<i>H.hampeii</i>	Café	Amazonas Rodriguez Mendoza

### III. RESULTADOS

Porcentaje de mortalidad evaluada en 04 momentos después de la aplicación del entomopatígeno.

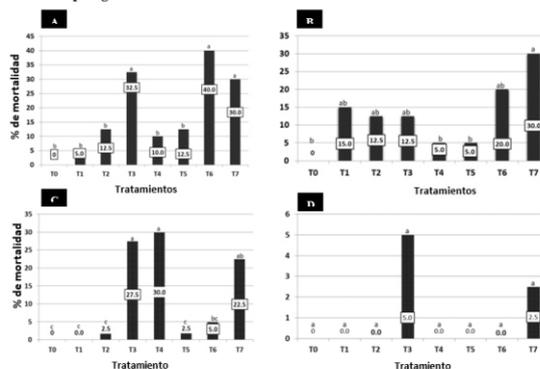


Figura 1. Porcentaje de mortalidad de adultos de *Metamasius* sp. a 5 (A), 10(B), 15(C) Y 20 (D) días después de la aplicación de los entomopatígenos.

Tal y como se observa en la figura 1A, los valores mostrados corresponden al porcentaje de individuos adultos encontrados muertos luego de 5 días de la aplicación del caldo biofungicida; aquí se puede observar que fue el tratamiento T7 en el que se encontró un mayor número de adultos muertos (30%), seguidamente del tratamiento T6 con 20% de mortalidad. Los tratamientos T1 y T2, ambos con 15.0% de individuos muertos, alcanzan un tercer grupo y finalmente un cuarto grupo estaría conformado por los tratamientos T3, T5 y T4, con 12.5, 5.0 y 5.3%, respectivamente.

Cuando los valores fueron sometidos a un análisis de varianza, se determinó la existencia de diferencias estadísticas para los tratamientos por lo que la posterior prueba de comparaciones múltiples de Tukey (0.05) mostró que el Tratamiento T7 tuvo mayor efecto mortal y fue diferente al resto, aunque frente a los tratamientos T6, T1 y T2, estaría mostrando diferencia significativa y no altamente significativa como lo es con el resto de tratamientos.

Cuando las evaluaciones se realizaron a los 10 días después de la aplicación (figura 1B) de los tratamientos, se encontró que un primer grupo encabezado por el tratamiento T6 con 40%, T3 con 32.5% y T7 con 30.0% de mortalidad, fueron los que alcanzaron los mayores niveles de mortalidad del picudo de la caña de azúcar; un segundo grupo de tratamientos estuvo integrado por los tratamientos T5 y T2, ambos con 12.5% y T4 con 10% de mortalidad; finalmente el tratamiento T1 con tan solo 5.0%, se quedó rezagado, junto al tratamiento testigo con 0%, en el último lugar.

La prueba de comparaciones múltiples de Tukey (0.05) permite corroborar la agrupación de los tratamientos T6, T7, T3, estadísticamente diferentes al segundo grupo de tratamientos (T5, T4 y T2) y altamente distintos al tratamiento T1, quien además

alcanzó el menor valor de mortalidad a este momento de evaluación.

Por otro lado y tal y como se puede observar en la figura 1C, cuando se evaluó el porcentaje de mortalidad a los 15 días después de la aplicación de los entomopatógenos, visiblemente se puede notar que fue el tratamiento T4 (30%) en el numéricamente alcanzó el mayor nivel; los tratamientos T3 y T7 con 27.5 y 22.5%, ocuparon el segundo y tercer lugar, respectivamente; finalmente puede notarse que los tratamientos T6 y T5 alcanzaron los menores valores numéricos de mortalidad con 5.0% y 2.5, respectivamente puesto que en el resto de los tratamientos no se evidencia mortalidad de adultos de picudo de la caña de azúcar al igual que en el tratamiento testigo.

Cuando se realizó la prueba de análisis de varianza, se determinó existencia de diferencias estadísticas entre los tratamientos y consecuentemente la prueba de Tukey (0.05) corrobora la existencia de tres grupos visiblemente notorios y con marcadas diferencias estadísticas. Los tratamientos T3, T4 y T7 encabezan un primer grupo con el mayor porcentaje de mortalidad (visualizado y numéricamente confirmado), y un segundo grupo, muestra a un solo tratamiento con acción letal sobre *Metamasius* (T6: 3.3%) puesto que el resto de tratamientos (T1, T2 y T5) no mostraron evidencia de haber causado mortalidad en esta etapa de la evaluación.

Las evaluaciones de mortalidad a los 20 días después de la aplicación de los entomopatógenos y según se observa en la figura 1D, solamente se evidencia la existencia de individuos muertos en los tratamientos T3 y T7 con 5.0 y 2.5% de mortalidad, respectivamente; en el resto de tratamientos, al igual que en el testigo no se evidenció la existencia de adultos de picudo de la caña muertos. La prueba estadística de comparaciones múltiples (Tukey 0.05) para esta variable determinó que no existen elementos suficientes para evidenciar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Por otro lado y cuando se evaluaron los niveles de mortalidad a los 25 y 30 días después de la aplicación de las cepas de hongos entomopatógenos, se encontró que no existieron individuos adultos muertos en ninguno de los tratamientos en evaluación

**Porcentaje de mortalidad acumulada**

La figura 5 muestra los valores respecto al porcentaje de mortalidad de adultos de picudo de la caña contabilizados a lo largo de 20 días después de la aplicación de siete tratamientos con hongos

entomopatógenos nativos y comerciales.

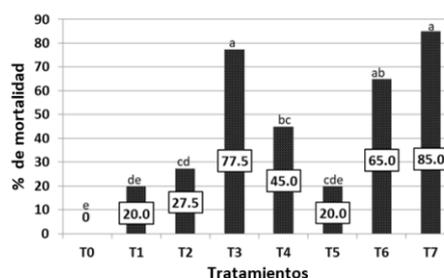


Figura 2. Porcentaje de mortalidad acumulada de adultos de *Metamasius* sp a 20 días después de la aplicación de los entomopatógenos.

Cuando se contabilizaron los individuos encontrados muertos en cada uno de los tratamientos en estudio, a lo largo de 20 días después de la aplicación de las cepas de hongos entomopatógenos, se encontró que fue el tratamiento T7 con 85.0%, el que alcanzó el mayor nivel de mortalidad, con respecto al resto de tratamientos; el tratamiento T3 así como el tratamiento T6 con 77.5 y 65.0 de mortalidad, respectivamente, alcanzaron el segundo y tercer lugar, seguido del tratamiento T4 con 45% de mortalidad, finalmente un grupo de tratamientos integrados por el T2, T5 y T1 con 27.5, 20.0 y 20% de mortalidad, respectivamente, alcanzaron los menores porcentajes de mortalidad de adultos de picudo de la caña de azúcar. El tratamiento testigo no evidencia la existencia de individuos muertos.

Cuando se realizó un análisis de varianza, se determinó la existencia de variación estadística en cuanto a los tratamientos; una vez efectuada la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (0.05) se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas y la existencia de tres grupos bien diferenciados y encabezados por los tratamientos T7, T3 y T6 quienes alcanzaron los mayores niveles de mortalidad de adultos; un segundo grupo integrado por los tratamientos T2 y T4, quienes alcanzaron valores intermedios de mortalidad y finalmente un grupo estadísticamente diferente al resto, integrado por los tratamientos T2, T5 y T1, quienes lograron los menores niveles de mortalidad respecto al resto de tratamientos.

Porcentaje de colonización de las cepas de hongos entomopatógenos sobre *Metamasius* sp.

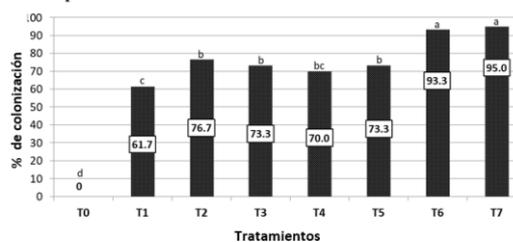


Figura 3. Porcentaje de colonización de las cepas de *Beauveria* sp sobre *Metamasius* sp.

Como se aprecia en la figura anterior (figura 3), en

cuanto al porcentaje de colonización sobre los cuerpos sin vida de los adultos de *Metamasius* sp, se encontró que el tratamiento T7 fue el que alcanzó el mayor nivel de colonización con 95% (Foto 1), mientras que el tratamiento que logró el menor nivel fue el tratamiento T1 (61.7%) y el testigo con 0%; por otro lado, los tratamientos T6, T2 y T3 alcanzaron valores de colonización de 93.3, 76.7 y 73.3, respectivamente.

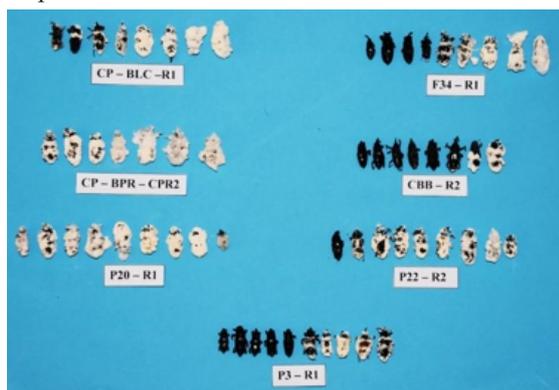


Foto 2. Colonización de 7 tratamientos, cepas de *Beauveria* sp sobre adultos de picudo de la caña de azúcar (*Metamasius* sp).

El análisis de varianza indicó diferencia altamente significativa ( $P < 0,0001$ ) entre tratamientos, encontrándose la conformación de dos grupos, el primero de los cuales es encabezado por los tratamientos T7 y T6 superando en capacidad de crecer, esporular y producir micosis (Foto 2) a un segundo grupo conformado por el resto de tratamientos (Tukey 0.05).

#### IV. DISCUSIÓN

Al momento de la primera evaluación (05 días después de la aplicación de los entomopatógenos), del total de los aislamientos, no se observa que alguno de ellos supere el 50% de mortalidad; sin embargo, la cepa BbP22 (T7) supera al resto, lo que podría indicar una acción mortal eficiente dentro de los primeros días a la aplicación. Los valores encontrados en cada uno de los tratamientos a este momento de la evaluación se deberían a que en una etapa inicial, las cepas del entomopatógeno aún no han producido suficientes propágulos infecciosos (conidios) que se ponen en contacto con un huésped susceptible y en condiciones adecuadas logren un mayor desarrollo de la acción letal (Brownbridge, 2006; Charnley and Collins, 2007; Jaronski, 2007; Ansari et al., 2008; 1130 Jaronski and Jackson, 2008).

Por otro lado, los resultados indican que cuando se evaluó la mortalidad a los 10 días después de la inoculación con las cepas, BbP22 (T7) y BbP20

(T6), alcanzaron valores de mortalidad mayores al 50% lo que podría indicar que estas cepas estarían mostrando un comportamiento más virulento con respecto al resto de tratamientos; el momento de la evaluación ya podrían estar mostrando una mayor abundancia de proteasas unidas a esporas, producen y liberan eficientemente ex enzimas durante la penetración cuticular y generan toxinas cuando el hongo coloniza el huésped (Vey et al., 2001; Freimoser et al., 2005; Shah et al., 2005 Qazi y Khachatourians, 2007; Zimmermann 2007a; 2007b; 2008; Khan et al., 2012).

A los 30 días de iniciado el ensayo y hacerse efectiva la inoculación con el entomopatógeno, se puede observar que solamente tres fueron las cepas que superaron el 50% de mortalidad (BbP22, BbP20, BbPR) estos porcentajes encontrados confirman la virulencia sobre *Metamasius hemipterus* de tales aislamientos, en particular de la cepa BbP22 (T7) que fue el que alcanzó el mayor valor numérico de mortalidad después de 20 días y como tal podría confirmar su potencial como agente de biocontrol contra el picudo de la caña de azúcar.

Los porcentajes de mortalidad encontrados en el resto de tratamientos fueron superiores al testigo y se organizaron en dos grupos, uno de regular virulencia integrado por el aislamiento BbP3 (T4) que registró 45% de mortalidad y los otros restantes de baja virulencia, representado por los aislamientos BbLC (T2), BbF34 (T5), BbCc (T1), los cuales provocaron los menores porcentajes de mortalidad en esta evaluación, situación que guarda relación con Mendoza, Gómez, & Gualle, 2009 quienes encontraron que el porcentaje de mortalidad del picudo aumenta en cuanto mayor es la dosis de concentración de las esporas de *Beauveria bassiana* ( $1 \times 10^7$  y  $1 \times 10^8$  conidios/ml, alcanzándose 82.2 y 84.5 % de mortalidad). Los niveles de mortalidad encontrados en el presente trabajo fueron superiores a los valores encontrados por Barriga et al (2002), quien encontró que las cepas de *Beauveria bassiana* alcanzó niveles de mortalidad de hasta el 81.7% en *Cosmopolites sordidus*.

Respecto al porcentaje de colonización alcanzado por las cepas, los resultados marcan una tendencia directamente proporcional entre los niveles de mortalidad y los niveles de colonización, puesto que fueron las cepas BbP22 (T7) y BbP20 (T6) las que tuvieron mayor habilidad para crecer, esporular y producir micosis; los resultados confirman además que las cepas nativas son las que podrían mostrar mayor nivel de virulencia, pues generalmente expresan mayor abundancia de proteasas unidas a esporas, produciendo y liberando eficientemente

exoenzimas durante la penetración cuticular y generan toxinas cuando el hongo coloniza el huésped (Vey et al., 2001; Freimoser et al., 2005; Shah et al., 2005; Qazi y Khachatourians, 2007; Zimmermann 2007a; 2007b; 2008; Khan et al., 2012); por lo contrario, los menores valores de colonización alcanzado por la cepa comercial de *Beauveria bassiana*, podría deberse a que la virulencia generalmente disminuye con el subcultivo repetido en medios artificiales, que es lo que sucede con la producción de cepas comerciales (Nahar et al., 2008).

Los resultados que muestra la cepa BbP22 (T7) podría proyectarse potencialmente como una cepa superior que exhibe características ideales, que podría superar lo que a menudo se considera un impedimento importante para su uso más amplio (los hongos son demasiado lentos para matar a sus hospederos) (Nahar et al., 2008).

#### V. CONCLUSIÓN

El aislamiento BbP22, una cepa nativa de *Beauveria sp* a dosis de  $3 \times 10^7$  con/g, originario de Rodríguez de Mendoza, Amazonas, y aislado de *Hypothenemus hampei*, fue el más virulento contra individuos adultos de *Metamasius sp*, con un registro de mortalidad y porcentaje de colonización de 85% y 95%, respectivamente, a los 20 días de iniciado el experimento.

Las cepas de *Beauveria sp* BbP20, aislado de *Hypothenemus hampei* y la cepa *Beauveria bassiana* BbPR, aislado de *Metamasius sp*, sugieren también un comportamiento letal contra el picudo de la caña y que podrían ser incluidos en procesos futuros de control de esta plaga del cultivo de la caña.

Los resultados de esta evaluación indican que *Beauveria sp* podría ser catalogado como un agente de control microbiano con potencial para ser incluido en programas de manejo integrado del picudo de la caña de azúcar.

#### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barriga, E., Landázuri, P., Gallegos, P., & Williams, R. (2002). Evaluación en Laboratorio de la Patogenicidad de aislamientos nativos de *Beauveria sp* y *Metarhizium anisopliae* para el control de *Premnotrypes vorax*. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 13, 104-111.
- Brownbridge, M., 2006. Entomopathogenic fungi: Status and considerations for their development and use in integrated pest management. *Recent Research Developments in Entomology* 5, 27-58.
- Cañedo, V., & Ames, T. (2004). Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Lima - Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP).
- Charnley, A.K., Collins, S.A., 2007. Entomopathogenic fungi and their role in pest control. In: Kubicek, C.P., Druzhinina, I.S. (Eds.), *Environmental and Microbial Relationships*, 2nd Edition: The Mycota IV. Springer-Verlag, Berlin, pp 159-187.
- Freimoser, F.M., Hu, G., St. Leger, R.J., 2005. Variation in gene expression patterns as the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* adapts to different host cuticles or nutrient deprivation in vitro. *Microbiology* 151, 361-371.
- INEI. (2012). IV CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Jaronski, S.T., 2007. Soil ecology of the entomopathogenic Ascomycetes: A critical examination of what we (think) we know. In: Ekesi, S., Maniania, N.K. (Eds.), *Use of Entomopathogenic Fungi in Biological Pest Management*. Research Signpost, Kerala, India, pp 91-143.
- Jaronski, S.T., Jackson, M.A., 2008. Efficacy of *Metarhizium anisopliae* microsclerotial granules. *Biocontrol Science and Technology* 18, 849-863.
- Khan, S., Guo, L., Maimaiti, Y., Mijit, M., Qiu, D., 2012. Entomopathogenic fungi as microbial biocontrol agents, *Molecular Plant Breeding*. 3, 63-79.
- Llocilla Gonzales, H., Wilson, A. S., Garcia López, J., Maxe Malca, R., & Vásquez Vasquez, J. M. (2017). Patogenicidad de *Beauveria bassiana* (bals) vuill., sobre el gusano barrenador del loche *Diaphania hyalinata* (Lepidoptera: Pyralidae) en laboratorio P. *Revista de Investigación Y Cultura*, Universidad César Vallejo, Campus Chiclayo, 6, 7685.
- Marín, P., & Bustillo, Á. E. (2016). Pruebas Microbiológicas Y Físico - Químicas Para El Control De Calidad De Hongos Entomopatógenos. *Control*, (March 2002), 118.
- Mena, S. J., Peña, L. A., & González, R. (2003). CL50 y variación de la patogenicidad en aislamientos de *Beauveria bassiana* y

- Metarhizium anisopliae evaluados en poblaciones de Premnotrypes vorax. REVISTA CORPOICA, 4, 4954.
- Mendoza, J., Gómez, P., & Gualle, D. (2009). Posibilidades del uso de Beauveria bassiana y Metarhizium anisopliae para el control del Picudo rayado, Metamasius hemipterus, en caña de azúcar. Entomología del CINCAE; 2, 2-3.
- Mora, J. M., Ayora, R. A., & Gualle, A. D. (2004). Determinación de la importancia del picudo rayado, Metamasius hemipterus L., en caña de azúcar. Entomología del CINCAE, 1-2.
- Nahar, P.B., Kulkarni, S.A., Kulye, M.S., Chavan, S.B., Kulkarni, G., Rajendran, A., Yadav, P.D., Shouche, Y., Deshpande, M.V., 2008. Effect of repeated in vitro sub culturing on the virulence of Metarhizium anisopliae against Helicoverpa armigera (Lepidoptera: Noctuidae). Biocontrol Science and Technology 18, 337-355
- Qazi, S.S., Khachatourians, G.G., 2007. Hydrated conidia of Metarhizium anisopliae release a family of metalloproteases. Journal of Invertebrate Pathology 95, 48-59.
- Shah, F., Wang, C.S., Butt, T.M., 2005. Nutrition influences growth and virulence of the insect pathogenic fungus Metarhizium anisopliae. FEMS Microbiology Letters 251, 259-266
- Velez, P., Posada, F., Marin, P., Gonzales, M. T., Osorio, E., & Bustillo, A. (1997). Formulaciones de hongos entomopatogenos y recuento en cámara de Neuvauer.pdf. Vey, A., Hoagland, R.E., Butt, T.M., 2001. Toxic metabolites of fungal biocontrol agents. In: Butt, T., Jackson, C., Magan, N. (Eds.), Fungi as Biocontrol Agents-Progress, Problems and Potential. CABI Press, Wallingford, UK, pp. 311-346.
- Villamil, J. E., Martínez, J. W., & Pinzón, E. H. (2015). ACTIVIDAD ENTOMOPATOGÉNICA DE AISLAMIENTOS AUTÓCTONOS DE Beauveria spp. SOBRE Premnotrypes vorax (HUSTACHE) IN VITRO. Temas Agerarios, 20(1), 14. Retrieved from <http://fca.edu.co/TA/archivos/ediciones/ULTIMA.pdf>
- Zimmermann, G., 2007a. Review on safety of the entomopathogenic 4456 fungus Metarhizium anisopliae. Biocontrol Science and Technology 17, 879-920
- Zimmermann, G., 2007b. Review on safety of the entomopathogenic 4456 fungus Metarhizium anisopliae. Biocontrol Science and Technology 17, 553-596.

## Musicoterapia en la reducción del estrés académico en estudiantes universitarios, Chachapoyas, 2018

### Effect of music therapy in reducing academic stress of nursing universities students, Chachapoyas, 2018.

Sonia Tejada Muñoz<sup>1</sup> Silvia Liliana Santillán Salazar<sup>2</sup> Marylin Chávez Illescas<sup>3</sup>

#### RESUMEN

Esta investigación tuvo como **objetivo** estimar el efecto de la musicoterapia en la reducción del estrés académico del estudiante universitario de enfermería. **Material y métodos**, enfoque cuantitativo, aplicativo, cuasi – experimental, prospectivo, longitudinal y analítico. La muestra estuvo conformada por 30 estudiantes del I ciclo distribuidos en dos grupos; experimental (14) y control (16). Para determinar el nivel de estrés académico antes y después del estímulo se usó el inventario SISCO de Barraza (2016) (Validez por análisis factorial, consistencia interna y de grupos controlados y Confiabilidad alta de 0.9 por alfa de crombach). Los **resultados** fueron: Los estudiantes del grupo control en el pre – test 12.5% presentaron nivel de estrés bajo, 68.8% moderado, 18.8% medio y en el post test el 12.5% nivel de estrés medio bajo, 56.3% medio, 18.8% medio alto y 12.5% alto y los estudiantes del grupo experimental en el pre – test, 35% presentaron nivel de estrés bajo, 45% medio bajo, 20% medio y en el post test 50% presentaron nivel de estrés bajo y el otro 50% estrés medio bajo, **concluyéndose** que la musicoterapia reduce significativamente el estrés académico de los estudiantes de enfermería de esta universidad (tc = 3.010, gl = 29 p = 0.005).

**Palabras clave:** Musicoterapia, estrés académico, estudiantes de enfermería

#### ABSTRACT

This study aimed to estimate the effect of music therapy in reducing academic stress of college nursing student. Material and methods, quantitative approach, application, quasi - experimental, prospective, longitudinal and analytical. The sample consisted of I cycle 30 students divided into two groups; experimental (14) and control (16). To determine the level of academic stress before and after stimulation inventory SISCO Barraza (2016) (Por Validity factorial analysis, internal consistency and control groups and high reliability 0.9 Cronbach's alpha) was used. The results were: Students control group in the pre - test 12.5% experienced stress level, 68.8% moderate, 18.8% medium and post test 12.5% average level of stress under 56.3% Average 18.8% Average high and 12.5% higher and group students in pre - test, 35% had stress level, 45% medium-low, 20% medium and post test 50% experienced stress level and 50% medium stress low, academic stress of nursing students of this university ((Tc = 3.010, df = 29 p = 0.005).

**Keywords:** Music therapy, academic stress, nursing students

<sup>1</sup>Doctora en ciencias de enfermería, docente asociado a tiempo completo de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Email: [cielocelste120@hotmail.com](mailto:cielocelste120@hotmail.com)

<sup>2</sup>Licenciada en Enfermería – Facultad Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

<sup>3</sup>Psicóloga, docente contratada a tiempo parcial de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

## I. INTRODUCCIÓN

El estrés está afectando enormemente a las personas, contribuyendo al surgimiento de problemas de salud, relaciones deficientes y pérdida de productividad laboral (Asociación Panamericana de la Salud. 2011, p. 15). La tercera parte de la población universitaria vive en un estado de estrés extremo, mientras que cerca de la mitad (48%) considera que su estrés ha aumentado en los últimos cinco años. (OMS, 2015, p. 28).

Cerca de la mitad de los universitarios a nivel mundial reportó que el estrés ejerce un efecto negativo en sus vidas personales y profesionales. Aproximadamente la tercera parte (31%) de los jóvenes universitarios experimentan dificultades en el desempeño de las responsabilidades académicas y familiares, mientras que el 35% considera que la interferencia del trabajo universitario en el tiempo que se dedica a la familia o al descanso personal es una fuente significativa de estrés. El estrés provoca que la mitad de la población (54%) se enoje con aquellos a quienes tiene más cerca. Uno de cada cuatro encuestados reportó haber confrontado dificultades con un amigo o familiar a causa del estrés, mientras que el 8% vinculó el estrés con un divorcio o separación. (OMS, 2015, p. 22).

La presencia del estrés en estudiantes de todos los niveles y edades es una realidad que acontece en las instituciones académicas (Ranjita y Castillo 2004; Barraza (2005). En la docencia universitaria de pregrado y postgrado las investigaciones abarcan diferentes carreras y estadios (Towets, J.; Lockyer, j.; Dobson, D., y Brownell, a. (1993). Las Ciencias Médicas han sido reportadas como una de las ramas donde los estudiantes manifiestan mayores niveles de estrés. El 67% de la población universitaria en el Perú, es considerado un grupo sometido a una actividad homogénea constituido por períodos particularmente estresantes. Las exigencias académicas, los nuevos horarios, las nuevas relaciones interpersonales, los tiempos de entrega de los trabajos prácticos hacen que, independientemente de asistir a una universidad pública o privada, los seres humanos que en ese momento juegan el rol de alumno, vivencien en los años universitarios como estresantes. Todas estas demandas exigen de los mismos, grandes esfuerzos adaptativos haciéndolos así experimentar “agotamiento, poco interés frente al estudio, autocrítica e incluso llevarlos a la pérdida de control sobre el ambiente, aunque sea sólo transitoriamente”. (Martínez, 2015, pp. 11-12).

Las Escuelas profesionales de la Facultad de Ciencias de la Salud particularmente Enfermería de

la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza no es la excepción ya que los estudiantes han demostrado desgaste físico y emocional por sus trabajos, exámenes, trabajos individuales - grupales, prácticas de laboratorio; según sus comentarios “tengo tres a cuatro días sin dormir”, “me duele la cabeza, el cuello, que fuerte es la carrera”; expresiones preocupantes por lo que se plantea la presente investigación.

En este contexto se formuló la siguiente interrogante: ¿En qué medida la musicoterapia reduce el estrés académico en estudiantes del I ciclo de la Escuela Profesional de Enfermería de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas 2018?

Cuyo propósito es estimar el efecto de la musicoterapia en la reducción del estrés académico del estudiante de enfermería en el ámbito universitario.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación fue de enfoque cuantitativo, aplicativo; de tipo experimental, prospectivo, longitudinal analítico. (Supo, José. 2014).

La muestra estuvo conformada por 30 estudiantes del I ciclo 2018 – I de la Escuela Profesional de Enfermería (30) de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. (Dirección General de Registros y Asuntos Académicos, 2018), divididos en grupo intervenido (14) (sometido a la aplicación de musicoterapia) y un grupo control (16), al cual no se le aplicó nada. La musicoterapia implementada, consistió en la aplicación de música de relajación durante una semana de exámenes tanto en la II Unidad como en la III unidad del semestre 2018 – I. Para la elección de los elementos de la muestra se tuvo en cuenta criterios, con la finalidad de darle a la población un carácter de homogeneidad puesto que cualquier parámetro diferente constituye factores de riesgo en los resultados. Se usó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para la variable independiente se usó el método y técnica de la observación (Supo, 2014, p. 91). Y el Instrumento fue un “programa de musicoterapia” elaborado por la investigadora (2018); el cual se encuentra detallado en el anexo n° 02. La música usada fue la de relajación que tuvo una duración de 20 minutos emitida a través de un parlante conectado a una lap top. Para la variable dependiente se usó el método de la encuesta (Pineda, 2008, p. 148), técnica del cuestionario (Pineda, 2008, p. 151) y el “inventario

SISCO de estrés académico” validado por Barraza (2006) en México, consistente en 25 ítems, distribuidos de la siguiente manera:

- Un ítem de filtro que, en términos dicotómicos (si – no) permitió determinar si el encuestado es candidato o no a contestar el inventario.
- Un ítem que, es un escalamiento tipo Likert de cinco valores numéricos (del 1 al 5 donde uno es poco y cinco mucho) que permitió identificar el nivel de intensidad del estrés académico.
- Ocho ítems que, es un escalamiento tipo Lickert de cinco valores categoriales:

Nunca	:	01
Rara vez	:	02
Algunas veces	:	03
Casi siempre	:	04
Siempre	:	05

Permitió identificar la frecuencia en que las demandas del entorno son valoradas como estímulos estresores.

- 15 ítems que, en un escalamiento tipo lickert de cinco valores categoriales:

Permitió identificar la frecuencia con que se presentan los síntomas o reacciones al estímulo estresor.

Los puntajes y la categorización de la variable de estudio se especifican a continuación:

Rango	Categoría
0 – 23	Bajo
24 – 46	Medio bajo
47 – 49	Medio
70 – 92	Medio alto
93 – 115	Alto

Dicho test fue auto administrado con una duración aproximada de 15 a 20 minutos.

Asimismo se usó una entrevista no estructura para develar el efecto que tiene la música en dimensiones de reacciones físicas, psicológicas y comportamentales de los estudiantes sometidos al estímulo.

**Propiedades psicométricas del Instrumento**

Confiabilidad. El instrumento tuvo una confiabilidad por mitades de 0.87 y una confiabilidad en alfa de crombach de 0.9. Estos niveles de confiabilidad fueron valorados como muy buenos según De Vellis o elevados según Murphy y Davishofer (García, 2006 y Honga, 2004 citado por Barraza, 2006, p. 3).

Validez. Los autores del instrumento recolectaron evidencia basada en la estructura interna a través de tres procedimientos: análisis factorial, análisis de consistencia interna y análisis de grupos controlados. Los resultados confirman la constitución tridimensional del Inventario SISCO del Estrés Académico a través de la estructura factorial obtenida en el análisis correspondiente, lo cual coincide con el modelo conceptual elaborado para el estudio del estrés académico desde una perspectiva sistémico – cognoscitivista ( Barraza, 2006, p.3)

En cuanto al procedimiento de recolección de datos se tuvo en cuenta las siguientes etapas:

1. Se seleccionó y elaboró el programa de musicoterapia. Se sometió a validación por juicio de expertos.
2. Se solicitó al decanato de la Facultad de Ciencias de la Salud la autorización respectiva para implementar un ambiente exclusivo para las sesiones de musicoterapia.
3. Se informó a los estudiantes sobre las intervenciones y se pidió la firma del consentimiento informado ( anexo 03)
4. Se revisó las constancias de matrículas para identificarlos y reconocerlos e iniciar con las sesiones de musicoterapia de forma continua durante los exámenes de la II y III unidad del Curso de Introducción a la Enfermería del semestre 2018 – I.
5. Se aplicó el inventario SISCO de Estrés académico inicial y final a la semana de exámenes de la II y III unidad, tanto para el grupo experimental como para el grupo control.
6. Se sometió a los estudiantes a las sesiones de musicoterapia por 20 minutos durante cinco días (lunes a viernes) en dos oportunidades: Semana de Exámenes de la II y III unidad respectivamente.
7. Se elaboró la tabulación de las mediciones obtenidas para su respectivo análisis estadístico.

Respecto al análisis de datos la información final fue procesada en el software SPSS versión 21, Microsoft Word y Excel, la normalidad se evaluará mediante Shapiro Wilk, el que nos arrojó resultados no paramétricos, se aplicó la prueba de Mann-Withney para los 2 grupos analizados. Para realizar el análisis de efecto entre las variables de estudio y contrastar la hipótesis se realizó con la prueba estadística paramétrica t de student con un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$  (95% de nivel de confianza y un 5% de margen de error). Los datos obtenidos mostraron el cambio en el nivel de estrés entre el grupo control y el grupo experimental en los estudiantes Enfermería de

la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Los resultados se muestran en tablas simples y tablas de contingencia.

### III. RESULTADOS

**Tabla n° 1:** Efectividad de la musicoterapia en la reducción del estrés académico del estudiante universitario de enfermería, Chachapoyas – 2018

Nivel de estrés académico	Grupo Control		Grupo Experimental		Pre test		Post test	
					n°	%	n°	%
	n°	%	N°	%	n°	%	n°	%
Bajo	2	12.5	0	0	1	35	5	50
Medio bajo	11	68.8	2	12.5	7	45	9	50
Medio	3	18.8	9	56.3	6	20	0	0
Medio alto	0	0	3	18.8	0	0	0	0
Alto	0	0	2	12.5	0	0	0	0
Total	16	100	16	100	14	100	14	100

### IV. DISCUSIÓN

Este estudio demostró el efecto altamente significativo de la musicoterapia en la reducción del estrés académico de los estudiantes de enfermería del I ciclo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. (  $t_c = 3.010$ ,  $gl = 29$   $p = 0.005$ ).

Tolentino, S. (2009) en Argentina, evidenció que el nivel de estrés académico general de los estudiantes de psicología de 3° y 4° semestre fue de un nivel medio no encontrándose diferencias significativas entre ambos grupos. Sin embargo existen coincidencias con las investigaciones de Bancalari S, Loreto, & Oliva M, Patricio, (2012), quienes encontraron cambios en el nivel de estrés entre el grupo control y el grupo experimental en los alumnos, tutores y asistentes dentales, arrojando valores p menores a 0,05 (0,000, 0,015, 0,026 respectivamente), demostrándose que la musicoterapia disminuye los niveles de estrés de los usuarios internos. La musicoterapia, aplicada durante la sesión dental, disminuye los niveles de estrés de los individuos. También Curasma Cunya, Jakelin Yeni; Tiellasuca Santiago, Brecia Edith (2017) en Huancavelica – Perú concluyó que la intervención de musicoterapia modifico favorablemente la reducción del estrés académico. También Del Toro Añel Annia & et al (2014) en la Universidad de Ciencias Médicas de Santiago Cuba; demostraron la utilidad de la terapia floral para disminuir el estrés en 25 estudiantes de primer año de medicina

Queda demostrado entonces que la medicina

alternativa juega un papel muy importante para reducir los niveles de estrés en estudiantes de la Escuela de Enfermería de esta universidad por lo que amerita implementar estrategias de afrontamiento en beneficio de la salud mental y física de los futuros profesionales de enfermería.

A partir de estos resultados se genera la necesidad imponente de la implementación de una unidad anti estrés de la Facultad de Ciencias de la Salud de esta universidad que coadyuve en la ejecución de las actividades programadas por la Dirección de Bienestar cuyos primeros beneficiarios sean los usuarios internos integrados por estudiantes, personal docente y administrativo y que además de constituirse en un escenario que promueva estilos de vida saludables para brindar un servicio educativo de excelencia académica, que incluya estrategias de afrontamientos sea un soporte para el logro del estándar 27 del Modelo de Acreditación propuesto por el Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa con el propósito de llegar a ser una Universidad Saludable que se preocupa por el bienestar de las personas que laboran en ésta institución pública de educación superior y que los egresados brinden servicio integral a las personas, familias y comunidades con alto sentido de responsabilidad social.

### V. CONCLUSIÓN

La musicoterapia reduce el nivel de estrés académico de los estudiantes de la Escuelas profesional de Enfermería de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas semestre 2018 – I.

### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barraza, A. (2005): El estrés académico en los alumnos de postgrado. Online en: [http://www.psicologiacientifica.com/publicaciones/biblioteca/articulos/arrbarraza02\\_3.htm](http://www.psicologiacientifica.com/publicaciones/biblioteca/articulos/arrbarraza02_3.htm) [Consulta: mayo, 2006].
- Barraza, A., y Silero, J. (2006): “El estrés académico en alumnos de educación media superior: un estudio comparativo”, en: *Investigación Educativa*, 7, pp. 48-65.
- Curasma Cunya, Jakelin Yeni; Tiellasuca Santiago, Brecia Edith (2017). (Tesis de Bachilletaro) Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/U/NH/1373>
- Del Toro Añel, Annia Yolanda, Gorguet Pí, Marlen, González Castellanos, María de los Angeles, Arce Gómez, Dora Lidia, &

- Reinoso Ortega, Silvia María. (2014). Terapia floral en el tratamiento de estudiantes de medicina con estrés académico. *MEDISAN*, 18(7), 890-899. Recuperado en 01 de marzo de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1029-30192014000700002&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192014000700002&lng=es&tlng=es).
- OMS, Organización Mundial para la Salud. La Organización del Trabajo y del Estrés. Organización mundial para la salud. 2015; 3-7. (Consultado 19/08/2017) [http://www.who.int/occupational\\_health/publications/pwh3sp.pdf](http://www.who.int/occupational_health/publications/pwh3sp.pdf).
- Pineda, E. (2008). Metodología de la Investigación. 3a edición. México: Mac Graw – Hill Interamericana.
- Ranjita, M., y Castillo, L. (2004): “Academic Stress Among College Students: Comparison of American and International Students”, en: *International Journal of Stress Management*, 11 (2), pp. 132-148
- Supo, J. (2012). Metodología de la Investigación científica para las ciencias de la salud. Perú: Universitaria.
- Tolentino, S. (2009). Perfil de estrés académico en alumnos de licenciatura en psicología. (Tesis de Licenciatura en Psicología). Universidad Autónoma de Hidalgo. Actopan.
- Towets, J.; Lockyer, J.; Dobson, D., y Brownell, A. (1993): Stress Among Residents, Medical Students, and Graduate Science (MSc/PhD) Students. *Acad Med*; 68, pp. 46-48.

**Desarrollar un modelo de predicción mediante espectroscopia en infrarrojo cercano (nirs) para la determinación de proteína cruda en subproductos de arroz (*Oriza sativa*)****Developing a prediction model by near infrared spectroscopy (nirs) for determination of crude protein in rice byproducts (*Oriza sativa*)**Segundo José Zamora Huamán, Flor Lidomira Mejía Risco<sup>2</sup>**RESUMEN**

El **objetivo** de la investigación fue validar un modelo de predicción del contenido de proteína cruda en subproductos de arroz (*Oriza sativa*) usando espectroscopia en infrarrojo cercano (NIRS). Se utilizó dos subproductos, polvillo y arroz quebrado (nielen) de cuatro molinos piladores de arroz en la región Amazonas. Se recolectó 4 muestras en frascos de 50 ml de cada molino en el periodo de mayo - julio del 2018, contado con un total de 32 muestras, 16 de cada subproducto, luego fueron transportadas al laboratorio para sus respectivos análisis. Se realizó el análisis de proteína cruda mediante el equipo NIRS 2500XL en el rango de longitud de onda de 1100 – 2500 nm, asimismo de las mismas muestra se realizó el análisis de referencia mediante métodos tradicionales mediante la metodología de la AOAC (1990). Obtenidos estos valores, se evaluó en una tabla de Excel el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), Error estándar de predicción y el ajuste de bias. El polvillo de arroz y nielen reportaron un  $R^2$  de 0.93 y 0.62, y el ajuste de bias de -0.06 y -0.09 respectivamente. Se **concluye** que se puede predecir el nivel de proteína cruda en polvillo mediante NIRS.

**Palabras clave:** NIRs, validación, predicción, salvado, proteína, arroz

**ABSTRACT**

The objective of the research was to validate a prediction model of crude protein content in rice byproducts (*Oriza sativa*) using near infrared spectroscopy (NIRS). Two byproducts, powder and broken rice (nielen) were used from four rice pilars mills in the Amazonas region. Four samples were collected in 50 ml flasks from each mill in the period of May - July 2018, counted with a total of 32 samples, 16 of each byproduct, then transported to the laboratory for their respective analyzes. The crude protein analysis was carried out using the NIRS 2500XL equipment in the wavelength range of 1100 - 2500 nm, and the reference sample was analyzed using traditional methods using the AOAC methodology (1990). Once these values were obtained, the coefficient of determination ( $R^2$ ), Standard prediction error and bias adjustment were evaluated in an Excel table. Broken and rice bran reported an  $R^2$  of 0.93 and 0.62, and the bias adjustment of -0.06 and -0.09 respectively. It is concluded that the level of crude protein in rice bran can be predicted by means of NIRS.

**Keywords:** NIRs, validation, prediction, bran, protein, rice

<sup>2</sup>Docente Auxiliar de la Facultad de Ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; Ingeniero Zootecnista; Maestro en Ciencias con especialidad en Producción y Sanidad Animal, Correo electrónico: [szamora.fizab@untrm.edu.pe](mailto:szamora.fizab@untrm.edu.pe)

## I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz ocupa el primer puesto dentro del PBI agrícola a nivel nacional, con una superficie de producción aproximada de 417, 42 miles de hectáreas en la campaña agrícola 2015-2016, alcanzando un total de 3 166 miles de toneladas. Con promedio de 7,5 toneladas por hectárea, además es el que genera más fuentes de trabajo, el de más alto crecimiento en superficie agrícola .

El polvillo de arroz está constituido por el pericarpio y germen de la semilla de *Oriza sativa* L., y constituye aproximadamente el 10% del grano duro de arroz (Juliano, 2013). Se compone de tres capas fusionadas: pericarpio, cubierta de semillas, nucellus y una pequeña capa de aleurona. Es un subproducto en el proceso de molinería y se ha utilizado como materia prima e ingrediente en la alimentación animal. En comparación con la otra porción del grano entero, el polvillo de arroz contiene la mayor cantidad de proteínas, grasas, cenizas, fibra, fibra dietética total, compuestos fenólicos, c-orzanol, vitamina E, pigmento de antocianina y algunos minerales esenciales (Fe, Zn).

Hoy en día estos subproductos son utilizados en la alimentación animal, en las raciones alimenticias de diferentes especies de interés zootécnico, existe un gran porcentaje de dichos subproductos, pero para poder ser utilizados en la alimentación animal es necesario conocer su composición química y nutricional. Para conocer esta composición es necesario realizar análisis, comúnmente estos análisis se realiza mediante el análisis proximal propuesto por la de manera tradicional mediante equipos habituales, los cuales requieren de tiempos prolongados y usa reactivos muy costosos lo que hace elevar el coste de dichos análisis, además los reactivos utilizados son desechados al ambiente generando contaminación y con el pasar del tiempo se ha ido buscando nuevas alternativas para realizar dichos análisis .

La palabra espectroscopia proviene de la raíz latina spectrum (apariencia, imagen) y la palabra griega skopia (ver). Esta definición es más bien descriptiva de la medición espectroscópica en sí misma. En esencia, la tecnología NIR involucra luz interactuando con un material, donde una radiación electromagnética ocurre en forma de ondas. La longitud de onda es la distancia entre los dos picos o puntos altos, y se indica con el símbolo  $\lambda$ .

La longitud de onda en el espectro NIR se mide normalmente en nanómetros (nm) donde  $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$  ó  $1000\text{ nm} = .001\text{ mm}$ . A la temperatura superior del cero absoluto ( $-273.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) cualquier molécula

emitirá rayos infrarrojos (Juliano, 2003).

Estas longitudes de onda interactúan con las moléculas de las sustancias; donde estas son grupos de átomos, los cuales se han combinado para formar compuestos químicos. Por ejemplo, el metano contiene un átomo de carbono (C) y cuatro átomos de hidrógeno (H). Las uniones específicas entre los átomos vibran a una cierta frecuencia, y cada tipo de estas uniones químicas dentro de una muestra absorberán rayos NIR de una longitud de onda específica, mientras todas las demás longitudes de onda son reflejadas. Wehling, 1998 (Como se citó en Borjas O. Eva,(2002)) dice que la espectroscopia de infrarrojo cercano se basa en la absorción de grupos funcionales que tienen un átomo de carbono unido a uno de hidrogeno, nitrógeno u oxígeno, las bandas originadas no son más que sobretonos de respuesta. Muy comunes en parámetros del alimento como agua, proteínas, grasas y polisacáridos.

En la práctica, la muestra a ser analizada es bombardeada con rayos NIR de diferentes longitudes de onda como se ilustra en la Figura 4. Por cada longitud de onda, algunos de los rayos serán entonces absorbidos por uniones químicas específicas. Al mismo tiempo, otros rayos serán diseminados y reflejados por otras uniones químicas. Este proceso es comúnmente descrito como Reflectancia NIR. En contraste, algunos de los rayos pasarán a través de la muestra, lo cual es denominado Transmisión NIR (a menudo referida como NIT).

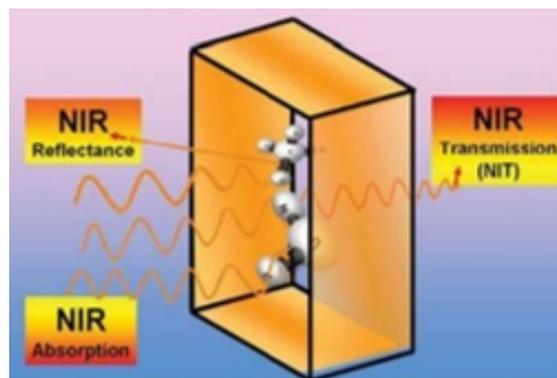


Fig. 1. Rayos NIR absorbidos por algunos enlaces y reflejados por otros enlaces (reflectancia NIR), o transmitidos a través de la muestra.

La espectroscopia de infrarrojo cercano se usó inicialmente para determinar la composición de pienso para animales y forrajes. La información que se encuentra en la literatura está enfocada en gran medida a la determinación de humedad, fibra cruda, proteína total y grasa total; adicionalmente se encuentran datos relacionados a los aminogramas de algunas sustancias. Actualmente la espectroscopia de infrarrojo cercano (NIR) es una de las técnicas más

importantes usadas en las industrias de alimentos y en las industrias farmacéuticas entre otros sectores como el sector agropecuario, de bebidas, aceites etc

Una de las alternativas es la utilización de tecnologías emergentes, la más utilizada para el análisis de composición química es la espectroscopia en el infrarrojo cercano, del inglés Near Infrared Spectroscopy (NIRS), se basa en la quimiométrica, que relaciona la luz absorbida en una muestra con la composición química de la misma y en base en ello se desarrollan ecuaciones de predicción. Esta metodología ha sido aplicada en el análisis de productos, alimentos, químicos, y en farmacéutica entre otros ,

Además es empleada desde la década del setenta como una técnica alternativa a los métodos tradicionales, con alto potencial para la obtención de confiables y rápidos resultados de la composición nutricional ( y ). Permite determinar la composición nutricional a un bajo costo, en un menor tiempo, es una técnica no destructiva y para ello es necesario validar modelos que relacionan los datos espectrales obtenidos del equipo NIR y la composición nutricional obtenidos por métodos tradicionales como el método proximal ,

Dado que el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas cuenta con el equipo NIRS y por otro lado la región Amazonas es una de las principales productoras de arroz, donde los subproductos son poco valorados y se desconoce su composición química, por ello, con esta investigación se pretende evaluar el contenido de proteína cruda de dos subproductos de la industria arrocera, a fin de validar los modelos de predicción de composición proteica en subproductos de arroz de la provincia de Bagua y Utcubamba, región Amazonas, requiriendo previamente de análisis de laboratorio como análisis de referencia, a partir del cual se validará modelos para predecir la composición nutricional y esto permitirá brindar las facilidades a los productores para poder realizar el análisis de estos subproductos a un menor costo y en un menor tiempo posible. El objetivo del presente proyecto fue validar un modelo de predicción del contenido de proteína cruda en subproductos de arroz (*Oriza sativa*) usando espectroscopia en infrarrojo cercano (NIRS) de la región Amazonas.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en dos fases, la primera fue la recolección de muestras de 4 plantas de molinos piladores de arroz, 2 pertenecen al distrito

de Cajaruro, Provincia de Utcubamba, uno del distrito de Utcubamba y uno del distrito de Bagua, región Amazonas, se describen en la tabla 1. La segunda fase se llevó a cabo en laboratorio de nutrición animal y bromatología de los alimentos de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, donde se cuenta con los equipos necesarios para realizar la investigación.

Las muestras de polvillo de arroz y arroz quebrado (nielen) fueron recolectadas en frascos de plástico del molino pilador de arroz, un promedio de 80g de cada muestra, con 4 repeticiones de cada subproducto en cada uno de los molinos. Los principales equipos utilizados en la investigación fue el espectrofotómetro de infrarrojo cercano NIR (SPECTRA 2500 XL, Unity Scientific - USA) para tomar los espectros y el equipo de Khjendal (00-N, Selecta Pro Nitro - España) para determinar proteína. La población estuvo constituida por dos subproductos de arroz: Nielen y Polvillo del distrito de Cajaruro, Utcubamba y Bagua, considerada como una zona principal de producción arrocera de la región Amazonas.

Se contó con un total 32 muestras de 16 muestras de polvillo y 16 de nielen, tomado cuatro repeticiones de cada molino de cada uno de los subproductos.

El muestro fue al azar directamente de los sacos almacenados en el molino.

Antes del análisis con el equipo NIRS, las muestras fueron almacenadas en temperaturas que oscilan entre 20-25°C por un periodo de 6 h para balancear la humedad y temperatura que podría alterar la reflectancia y absorbancia de las ondas NIR. El equipo fue calibrado con la ayuda del software UCAL Model. La metodología utilizada para realizar el análisis mediante NIRS fue la descrita por , quien describe el uso de una pequeño recipiente (medidas: diámetro interno de 66 mm y una altura de 25 mm), que fue usada para la toma de espectros en el equipo NIRS en una longitud de onda de 1100 - 2500 nanómetros, tomando aproximadamente 15 gramos de cada muestra. El valor de espectro de reflectancia ( $\log 1/R$ ) el reportará el valor de proteína de cada una de las muestras.

La metodología utilizada para el análisis proximal de contenido de nitrógeno (Proteína = %N x 5.95), tanto de las muestras de polvillo y nielen, fue mediante el protocolo de la , tomando en cuenta que se tomó aproximadamente 100 mg de polvillo sin grasa de las mismas muestras utilizadas para el análisis NIRS.

La validación del modelo se realizó mediante el procedimiento propuesto por , donde se utilizó un modelo UCAL ([www.unityscientific.com](http://www.unityscientific.com))

con el que cuenta el equipo NIRS, se realizó usando una tabla de Excel. La precisión fue medida mediante el valor del coeficiente de determinación ( $R^2$ ) que es la variación explicada por la curva de validación, el error estándar de predicción y el valor de residuales o “bias que es la diferencia sistemática entre los valores reales y predicción NIRS . Se obtuvo el factor de ajuste y este fue reemplazado en el parámetro de proteína, en cada uno de los subproductos de arroz, en el equipo NIRS, quedando listo para realizar el análisis de proteína de los subproductos evaluados, sin tener que realizar el análisis convencional, lo cual facilitara la obtención de resultados de proteína en los productos antes mencionados.

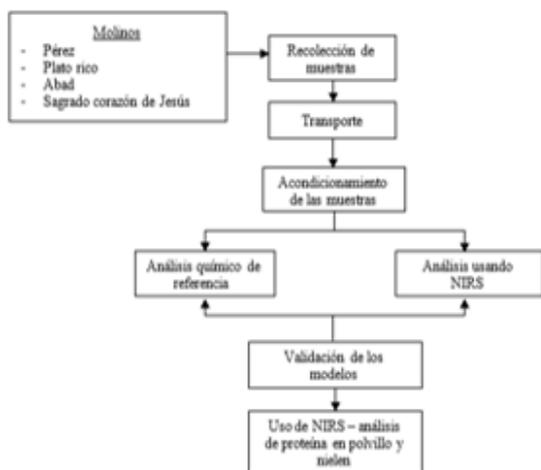


Fig. 2. Flujograma de procedimiento

### III. RESULTADOS

#### Contenido de proteína

Se muestra el análisis descriptivo de 32 muestras de dos principales subproductos de arroz, 16 muestras de polvillo y 16 de nielen, los niveles promedios de proteína para el análisis de químico referencia (realizado por métodos tradicionales - análisis proximal) fueron de 14.20% y 8.51% respectivamente y los niveles promedio de proteína mediante el análisis NIRS fueron de 14.26% en polvillo y 8.72% en nielen.

Tabla 1. Resultados de contenido de proteína en sub productos de arroz

	Análisis tradicional		Análisis NIRS	
	Polvillo	Nielen	Polvillo	Nielen
Nº de muestras	16	16	16	16
Promedio	14.20	8.51	14.26	8.60
Mínimo	13.13	7.55	13.27	7.39
Máximo	15.07	10.04	15.2	9.65
Error típico	0.12	0.18	0.13	0.14
Desviación estándar	0.48	0.72	0.5	0.54

#### Validación del modelo de predicción

Los resultados de validación del modelo de predicción de proteína cruda en subproductos de arroz, polvillo y nielen son: coeficiente de determinación ( $R^2$ ) de 0.93 y 0.62, error estándar de predicción de 0.18 y 0.57 y ajuste de bias de -0.06 y -0.09 respectivamente. Indicando un mejor coeficiente de determinación en el polvillo, el cual indica que existe menor variación explicada por la curva de validación, asimismo el error estándar de predicción y el ajuste de bias fue menor, estos estadísticos mientras más cercano a cero existirá una mejor validación.

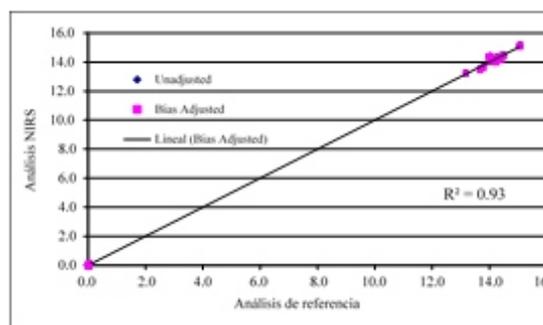


Fig. 3. Relación entre análisis químico de referencia y NIRS en polvillo de arroz

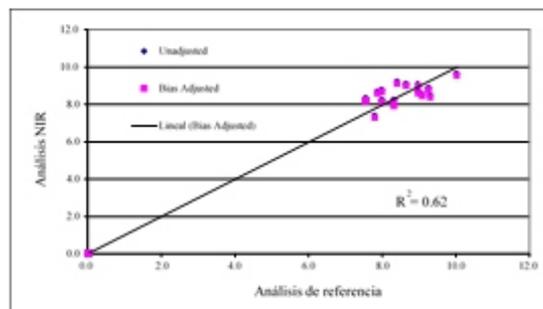


Fig. 4. Relación entre análisis químico de referencia y NIRS en arroz quebrado

El ajuste de bias fue reemplazado en el parámetro de proteína en el equipo NIRS, en los subproductos de arroz evaluados individualmente, a partir de ello el modelo quedó listo para poder realizar análisis de rutina. El polvillo de arroz presento mejor modelo, ya que muestra un mejor  $R^2$  en relación a los análisis químicos y NIRS se encuentran cerca de la línea de tendencia como lo muestra la figura 3, a comparación del nielen el cual el  $R^2$  es bajo y los análisis NIRS están alejados a la línea de tendencia de la validación ver figura 4.

### IV. DISCUSIÓN

Los niveles de proteína cruda de los subproductos de arroz se muestran en tabla 1. Los resultados de

polvillo y en nielen fueron similares a los obtenidos por en su trabajo caracterización bromatológica de veinte insumos alimenticios disponibles en la región, reportaron valores de 13,41 y 8.65 respectivamente. También , realizó la caracterización nutricional de once subproductos agroindustriales usados en la alimentación animal, evaluando también los subproductos de la industria arrocera y reporto valores de 13.28 y 9.68 respectivamente, dichos resultados fueron cercanos a los reportados en esta investigación.

Los resultados de validación de los modelos de los subproductos de arroz, polvillo y nielen, los valores de coeficiente de determinación ( $R^2$ ) fueron de 0.93 y 0.62, indica que cuan más cercano a 1 está mejor validado, error estándar de predicción (EEP) de 0.18 y 0.57 y ajuste de bias de -0.06 y -0.09 respectivamente, estos resultados mientas más cercanos a cero se tendrá un mejor modelo. Este trabajo se compara con diferentes estudios realizados en cereales, insumos y alimentos ejecutados en diferentes países, debido a que no presenta evidencias para la validación de predicción de composición de proteína cruda de subproductos de arroz usando NIRS donde presentan valores similares en los estadísticos evaluados a los reportados por , en su investigación realizaron la predicción del contenido de proteínas mediante NIRS en diversos cereales, incluido el arroz, donde reportaron un  $R^2$ , EEC y ajuste de bias de 0.98, 0.49 y 0.18 respectivamente. Asimismo , estableció y validó curvas de calibración NIRS para determinar la calidad química del jamón Virginia, y obtuvo un  $R^2$ , EEP y el ajuste de bias de 0.99, 0.43 y 0.001 respectivamente, las diferencias se puede deber a diferencia insumos y al número de muestra evaluadas.

## V. CONCLUSIONES

La composición media de proteína cruda de subproducto de arroz, polvillo y nielen mediante el análisis de referencia y NIR es de 14.20, 14.26 y 0.51, 8.60% respectivamente.

Los resultados obtenidos nos indican que se puede predecir el nivel de proteína cruda en polvillo de arroz en el equipo NIR, es de mucha ayuda ya que mejora la eficiencia en el proceso para la toma de decisiones en términos de costos, tiempo y recurso humano. Sin embargo, el nielen reporto un  $R^2$  bajos y un error mayor, para lo cual no es recomendable usar para realizar este análisis mediante el equipo NIRS.

Dado que el laboratorio utiliza reactivos contaminantes para realizar los análisis proximales

de referencia, NIRS nos permite reducir los niveles de contaminación teniendo mayor número de análisis, también los costos van disminuir. Un análisis de proteína cruda tarda cerca de 6 horas hábiles, mientras que el equipo NIR realiza este análisis en 45 segundos, la velocidad en este análisis permite tener capacidad de respuesta inmediata y tomar decisiones al incorporar estos insumos en la alimentación animal según la especie.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. (1990). AOAC: Official Methods of Analysis (Vol. 1).
- Asekova, S., Han, S. I., Choi, H. J., Park, S. J., Shin, D. H., Kwon, C. H., ... Lee, J.-D. (2016). Determination of forage quality by near-infrared reflectance spectroscopy in soybean. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40, 45-52. <https://doi.org/10.3906/tar-1407-33>
- Bagchi, T. B., Sharma, S. G., & Chattopadhyay, K. (2015). Development of NIRS models to predict protein and amylose content of brown rice and proximate compositions of rice bran. *Food Chemistry*, 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.038>
- Bernal, W., Maicelo, J. L., & Yoplac, I. (2017). Bromatological characterization of non-traditional supplies for animal feed in the Amazonas region. *Revista RICBA*, 1(1), 27-32. <https://doi.org/10.25127/ricba.201701.003>
- Borjas, E. D. (2002). Establecimiento y validación de curvas de calibración NIRS para determinar la calidad química del jamón Virginia. Honduras.
- Burns, D.A. y Ciurczak, E.W. (1992). Handbook of near infrared analysis. Burns, D. A. and Ciurczak, E.W. (eds.) Marcel Dekker, New York, NY, USA.
- Cen, H. y He, Y. (2007). Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *Trends in Food Science and Technology*, 18, 72-83.
- Cozzolino, D. (2002). Uso de la espectroscopía de reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) en el análisis de alimentos para animales. *Agrociencia*, VI, 25-32.
- Galasso, H. L., Callier, M. D., Bastianelli, D., Blancheton, J. P., & Aliaume, C. (2017).

- The potential of near infrared spectroscopy (NIRS) to measure the chemical composition of aquaculture solid waste. *Aquaculture*, 476, 134-140. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.02.035>
- Goñas, K. (2017). Caracterización nutricional de once sub productos agroindustriales para la alimentación animal en la región Amazonas. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- Jiang, H., & Lu, J. (2018). Using an optimal CC-PLSR-RBFNN model and NIR spectroscopy for the starch content determination in corn. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 196, 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2018.02.017>
- Juliano, B.O. (2003). Rice. Chemistry and quality. Manila, Philipines: Phil Rice. 480.
- Kays, S. E., Barton, F. E., & Windham, W. R. (2000). Predicting protein content by near infrared reflectance spectroscopy in diverse cereal food products. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*, 8(1), 35-43. <https://doi.org/10.1255/jnirs.262>
- Magwaza, L. S., Messo Naidoo, S. I., Laurie, S. M., Laing, M. D., & Shimelis, H. (2016). Development of NIRS models for rapid quantification of protein content in sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) LAM.]. *LWT - Food Science and Technology*, 72, 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.04.032>
- MINAGRI. (2017). Informe de Arroz. Direccion de Estudios Económicos e Información Agraria (Vol. 9). Recuperado a partir de [file:///C:/Users/User/Downloads/boletin-informe-arroz\\_final.pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/boletin-informe-arroz_final.pdf)
- Morgado, F. (2014). Ajuste de Modelos AUNIR en Equipos NIR Unity Scientific.
- Peguero, A. (2010). La espectroscopia NIR en la determinación de propiedades físicas y composición química de intermedios de producción y productos acabados. Universidad Autonoma de Barcelona.
- Rivera, A. (2017). NIRS for analyzing animal nutrition food. *Revista Ingenio UFPSO*, (June), 199-211.
- Ye, D., Sun, L., Zou, B., Zhang, Q., Tan, W., & Che, W. (2018). Non-destructive prediction of protein content in wheat using NIRS. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 189, 463-472. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2017.08.055>
- Wehling, R.L. 1998. Basic Principles of spectroscopy. In Nielsen, S. Food analysis. 2 ed. Indiana US. RB. 630

## Efecto del pH y enturbiantes en las características fisicoquímicas y organolépticas de una bebida fermentada de jugo de *Saccharum officinarum* L. "caña de azúcar"

### Effect of pH and turbidity on the physicochemical and organoleptic characteristics of a fermented juice of *Saccharum officinarum* L. "sugar cane"

Segundo Víctor Olivares Muñoz<sup>1</sup>; Leandro Alexander Vera Julón<sup>2</sup>

#### RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo determinar el efecto del pH y adición de enturbiantes en la elaboración de bebida fermentada de jugo de *Saccharum officinarum* L. "Caña de azúcar"; para lo cual se estableció un diseño bifactorial 3A x 3B, factor A pH (5; 5.5; 6) y factor B la adición de enturbiantes (0.5%, 1%, 1.5%); la elaboración fue mediante un proceso tecnológico que combina el conocimiento ancestral y profesional; se obtuvo el jugo de caña de azúcar producido en el Fundo Vitaliano, Chachapoyas, se estandarizó el pH, se fermentó con levadura fresca a 20°C, se agregó el enturbiante antes de la homogenización, se efectuó la evaluación fisicoquímica de acuerdo al análisis de varianza y comparaciones múltiples de Tuckey ( $\alpha=0.05$ ); y sensorial según la prueba de Friedman; se determinó que no existió diferencia significativa entre tratamientos en cada fecha de evaluación; sin embargo entre bloques (Tiempo de evaluación), existió diferencia significativa entre la evaluación a 90 y 120 días en comparación a la evaluación a 3 y 30 días. La bebida resultado del tratamiento 8 (T8); presentó tiempo de vida útil de 120 días, aceptación sensorial con calificación me gustaría comprarlo y características fisicoquímicas como pH 5.6; densidad 1.035, sólidos totales 7.2, contenido de alcohol 5.3, acidez total 8.3; extracto etéreo entre 18.2%; proteína total 0.52%; extracto libre de nitrógeno 75.47%; y energía bruta 6571.5 kCal/g.

**Palabras clave:** enturbiantes, evaluación, fermentación, fisicoquímico, pH, sensorial

#### ABSTRACT

The objective of the research was to determine the effect of pH and the addition of turbidity in the production of fermented juice of *Saccharum officinarum* L. "Caña de azúcar"; for which a bifactorial design 3A x 3B, factor A pH (5; 5.5; 6) and factor B the addition of turbidity (0.5%, 1%, 1.5%) was established; the elaboration was through a technological process that combines ancestral and professional knowledge; the sugarcane juice produced in the Vitaliano farm, Chachapoyas was obtained, the pH was standardized, fermented with fresh yeast at 20 ° C, the turbidity was added before the homogenization, the physicochemical evaluation was carried out according to the analysis of Tuckey variance and multiple comparisons ( $\alpha = 0.05$ ); and sensory according to the Friedman test; it was determined that there was no significant difference between treatments at each evaluation date; However between blocks (Evaluation time), there was a significant difference between the evaluation at 90 and 120 days compared to the evaluation at 3 and 30 days. The drink resulting from treatment 8 (T8); I present a useful life of 120 days, sensory acceptance with qualification I would like to buy it and physicochemical characteristics such as pH 5.6; density 1.035, total solids 7.2, content of alcohol 5.3, total acidity 8.3; Ethereal extract between 18.2%; total protein 0.52%; 75.47% nitrogen-free extract; and gross energy 6571.5 kCal / g.

**Keywords:** clouding, evaluation, fermentation, physicochemical, pH, sensory

<sup>1</sup>Ingeniero agroindustrial, Profesor auxiliar a Tiempo completo de la Facultad de Ingeniería y Ciencias agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; maestro en docencia y gestión universitaria, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Correo electrónico: sv.olivares@gmail.com

<sup>2</sup>Ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

## I. INTRODUCCIÓN

El Perú produce caña de azúcar desde el siglo XVI, fue introducida por los españoles; fue creciendo sostenidamente por a la ampliación de la frontera agrícola. El rendimiento a pesar de ser alto comparado con otros países, viene cayendo en los últimos años.; la costa es la principal zona productora. ; Sin embargo es cultivada en la sierra y selva se cosecha durante todo el año. De las hectáreas sembradas con caña corresponde el 65 % a los 10 ingenios azucareros y el 35 % es manejado por productores particulares, en la sierra y selva no existe información fidedigna de cosechada, se destina a la producción de chancaca, aguardiente, panela, miel y para consumo humano como fruta

Las comunidades rurales de la región Amazonas, que son vulnerados por la pobreza, producen caña y su procesamiento es con tecnología artesanal, siendo un cultivo básico de auto sustento y con posibilidades de incremento de su frontera productiva ; entonces la industrialización de esta materia prima se convierte en una oportunidad.

La caña de azúcar está constituida por jugo y fibra, la fibra constituida por celulosa, la cual, a su vez, está constituida por azúcares sencillos como glucosa (dextrosa). Presenta humedad entre 73% y 76%; los sólidos totales entre 10% y 16% y la fibra entre 11% y 16 %. Entre los azúcares se encuentra la glucosa y la fructosa (azúcares reductores), que existen en jugos de cañas maduras en una concentración del 1% al 5%

La variedad, la edad y las condiciones físicas en que se desarrolla el cultivo, cumplen una función fundamental en la producción de tallos y en la concentración de los azúcares. La edad de cosecha, o período vegetativo del cultivo, depende de la variedad y, principalmente, de la altura sobre el nivel del mar factores que influyen en la concentración de sacarosa. A baja altura la concentración es menor y va aumentando, con la altura, hasta llegar a un máximo teórico de sacarosa del 26%.

La fermentación es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno - O<sub>2</sub>), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol, dióxido de carbono y unas moléculas de ATP, donde la levadura u hongo unicelular responsable de gran parte de las fermentaciones alcohólicas.

El pH es un factor limitante en el proceso de fermentación, por regla general el funcionamiento de las levaduras está en un rango que va

aproximadamente desde 3.5 a 5.5 pH.

La obtención del producto que tradicionalmente se denomina “Guarapo”; es por fermentación no controlada del jugo de caña de azúcar, es comercializado y consumido de forma directa o a granel; tiene vida útil de aproximadamente siete días; por ello se propone un proceso tecnológico para producir jugo de caña fermentado (guarapo) con características similares al producto fresco, envasado y sellado para lograr un periodo extenso de vida útil.

Se han desarrollado diversas investigaciones relacionadas con la fermentación del jugo de caña de azúcar basado en diferentes variables de estudio, que ayudaron a la toma de decisiones para la presente investigación. Así tenemos:

Se caracterizó el jugo de cinco variedades (Cenicaña 85-92, Cuba 1051-73, Cuba 8751, Barbados 72-74 y Ragnar) de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*); encontrándose que el mayor porcentaje de °Brix obtenido fue de 21,89% correspondiente a T1 (Cuba 1051-73 parte superior) en lo que respecta a azúcares reductores el tratamiento con mayor porcentaje fue Barbados con 1,92%

Se realizó la elaboración de una bebida refrescante y deliciosa a partir de jugo de caña, en el proceso tecnológico se realizó el pesado, lavado, picado, extracción de jugo, filtrado, clarificado, llenado, sellado y etiquetado; resultando un producto con 16.3 °Brix y pH 3.76, color uniforme, olor, sabor y aspecto característico

Se obtuvo alcohol a partir del mosto de jugo de caña, cachaza y melaza, sometiendo a las materias primas a procesos como recepción, filtrado, dilución, pasteurizado, enfriamiento, fermentación y destilado. Concluyendo como mejor tratamiento A1B1 (Jugo de caña + 0,15 gramos de *S. cerevisiae* por litro de disolución), en el cual se obtuvo mayor rendimiento de alcohol.

Se evaluó la fermentación alcohólica por la levadura *S. cerevisiae* activa seca (LAS), frente a la misma levadura pero que ha provenido de un proceso de adaptación (LA), utilizando como sustrato jugo de caña de azúcar, en ello el pH, °Brix y temperatura a la cual la levadura activa seca (LAS) y la levadura adaptada (LA), tienen una mejor capacidad fermentativa, determinándose para las dos levaduras que a 3.7 de pH, 20 °Brix y a una temperatura de 22 °C tienden una mejor capacidad fermentativa.

La investigación propuso la elaboración de una bebida fermentada, esterilizada, envasada y sellada; resultado de la determinación del efecto del pH y adición de enturbiante, que permitió establecer cuál

es el pH del jugo de la caña adecuado para la obtención del producto; asimismo la adición porcentual de enturbiantes que evitó la sedimentación o separación sólido líquido del producto; lo cual ha conducido a la obtención de un producto innovado; logrando obtener un producto innovado con un periodo de vida útil más extenso; con características sensoriales agradables al consumidor.

La realización de la investigación significó incentivar la producción de caña de azúcar; ya que se brindó una nueva alternativa para su procesamiento al 35 % de productores o sembradores particulares de los cuales no se tiene información de los productos derivados de la caña .

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño de tratamientos en arreglo factorial del tipo 23 y se ejecutó con un diseño de experimento completamente al azar ; donde el factor A, fue el pH (A1, A2, A3) y el factor B fue la adición de enturbiantes (B1, B2, B3); 9 tratamientos para la elaboración de la bebida,

La caña de azúcar fue seleccionada en los campos de cultivo del Fundo Vitaliano; en la ciudad de Chachapoyas; de propiedad del Sr. Napoleón Mendoza Jiménez, cada tratamiento fue 10 L de jugo de caña; con madurez fisiológica total; mediante el criterio; Brix terminal / Brix basal deber estar entre 0.85 y 1

### Obtención de la bebida alcohólica

La elaboración de la bebida alcohólica consta de los siguientes procesos, apronte, selección, pesado, molienda a compresión en molino de rodillos; filtrado, estandarización donde se reguló el pH de acuerdo a los tratamientos, cocción, descachace para eliminar cuerpos extraños, trasvasado para su enfriado, fermentación: donde se adicionó levadura fresca de una fermentación anterior, en 5% P/V; por un tiempo de 48 h; filtración: homogenización donde se adicionó el enturbiante según tratamiento y se pasó por un molino coloidal; envasado y sellado en botellas de vidrio, pasteurización mediante baño maría a 70°C por 10 min, enfriado y almacenado 20°C.

### Análisis sensorial de la bebida

Los panelistas no entrenados evaluaron la aceptación o nivel de satisfacción que tiene el producto. La escala hedónica utilizada fue la de 7 puntos. ; Me gustaría muchísimo comprarlo (7), Me gustaría mucho comprarlo (6), Me gustaría comprarlo (5), Me es indiferente comprarlo (4), Me disgustaría comprarlo (3), Me disgustaría mucho comprarlo (2) y Me disgusta muchísimo comprarlo (1)

### Análisis físico - químico de la bebida

Se midió el pH por método potenciométrico , los sólidos solubles (°Brix) , el alcohol etílico por destilación fraccionada, acidez titulable por método de titulación, el extracto etéreo (AOAC 920.39), proteína (AOAC 976.05), nitrógeno por Método Kjeldahl; extracto libre de nitrógeno (AOAC 923.03) determinación por cálculo y energía bruta por Bomba calorimétrica, modelo 6200 estilo 1108 PARR Calorimeter. País de fabricación USA

### Análisis de datos

Se empleó un experimento factorial 32 bajo un diseño completamente al azar para la evaluación fisicoquímica y en bloques completamente al azar para la evaluación sensorial (Montgomery, 1991), mediante la Prueba de Friedman. El factor A esta representado por el pH del jugo de caña y el factor B es el porcentaje de enturbiantes para cada tratamiento, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Descripción de factores

Factor	Descripción	Nivel del factor	
		Símbolo	Referencia
A	pH del jugo de caña de azúcar	A <sub>1</sub>	3.5
		A <sub>2</sub>	4
		A <sub>3</sub>	4.5
B	Porcentaje de enturbiantes	B <sub>1</sub>	0.5%
		B <sub>2</sub>	1%
		B <sub>3</sub>	1.5%

## III. RESULTADOS

### 3.1. Características del jugo de caña de azúcar fresco y estandarizado

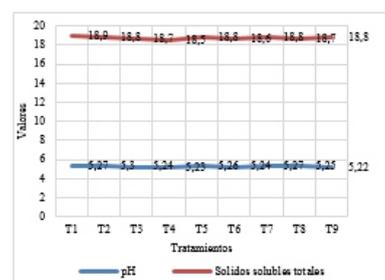


Figura 1. Valores de pH y sólidos solubles totales del jugo de caña de azúcar fresco para cada tratamiento

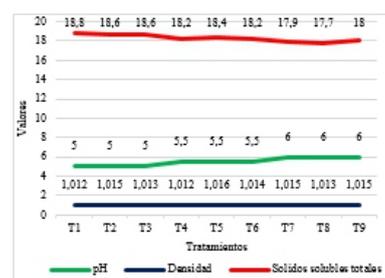


Figura 2. Valores de pH, densidad y sólidos solubles totales del jugo de caña de azúcar estandarizado para cada tratamiento

### 3.2. Características sensoriales del producto

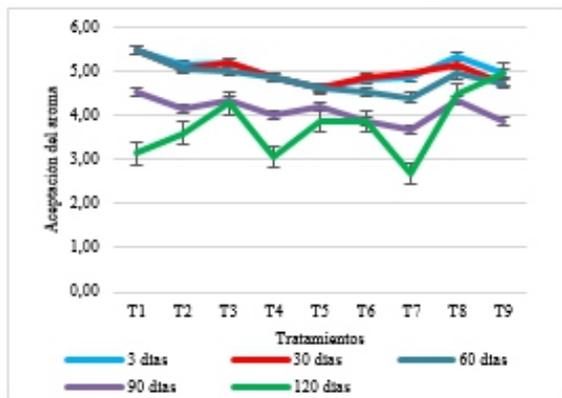


Figura 3. Aceptación del aroma del producto elaborado, evaluado por 3, 30, 60, 90 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

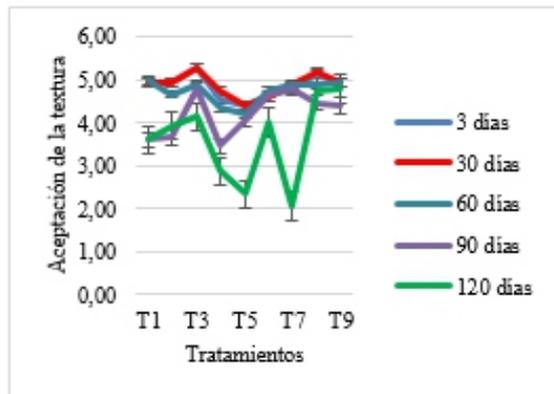


Figura 6. Aceptación de la textura del producto elaborado, evaluado a los 3, 30, 60, 90 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

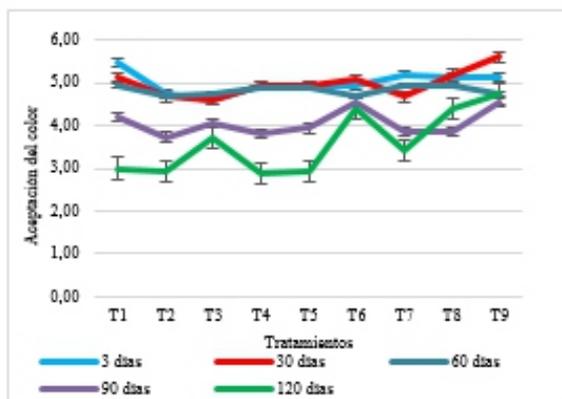


Figura 4. Aceptación del color del producto elaborado, evaluado a los 3, 30, 60, 90 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

### 3.3. Características fisicoquímicas del producto obtenido

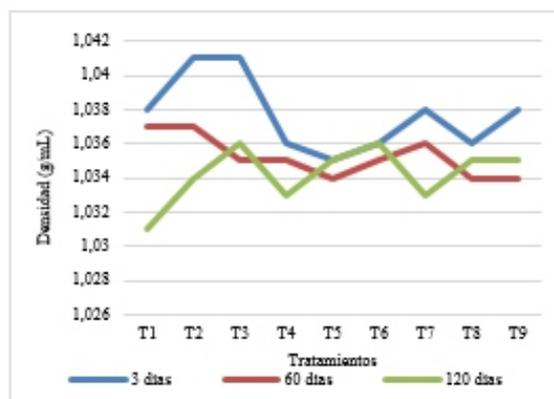


Figura 7. Densidad del producto elaborado, evaluado a los 3, 60 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

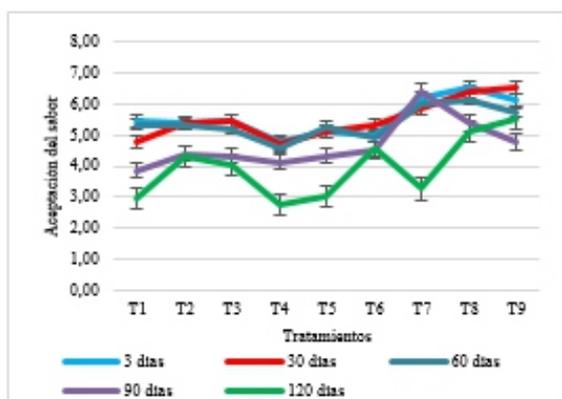


Figura 5. Aceptación del sabor del producto elaborado, evaluado a los 3, 30, 60, 90 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

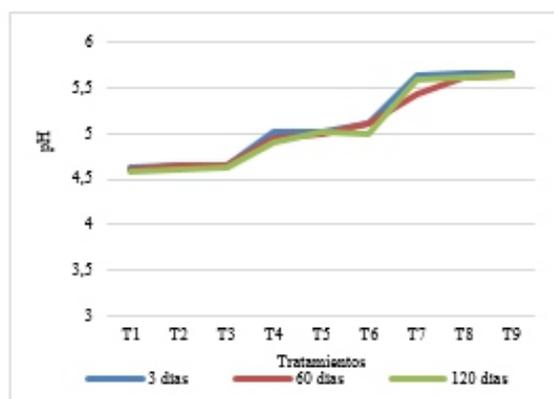


Figura 8. pH del producto elaborado, evaluado a los 3, 60 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

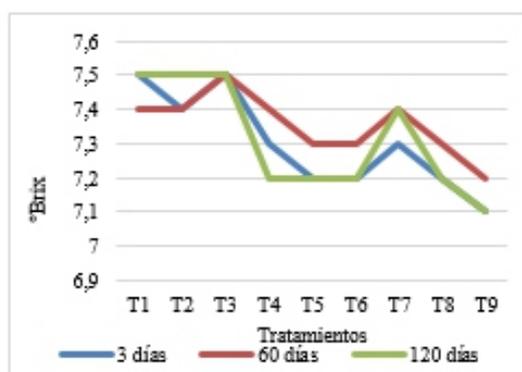


Figura 9. °Brix del producto elaborado, evaluado a los 3, 60 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

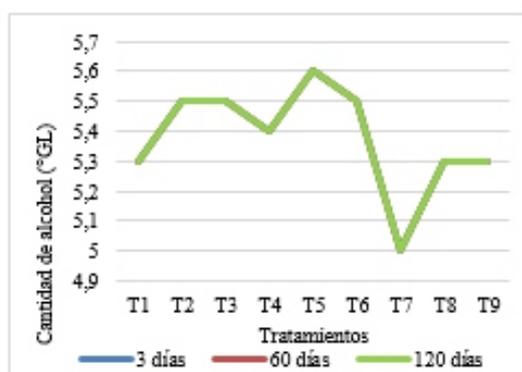


Figura 10. Cantidad de alcohol del producto elaborado, evaluado a los 3, 60 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

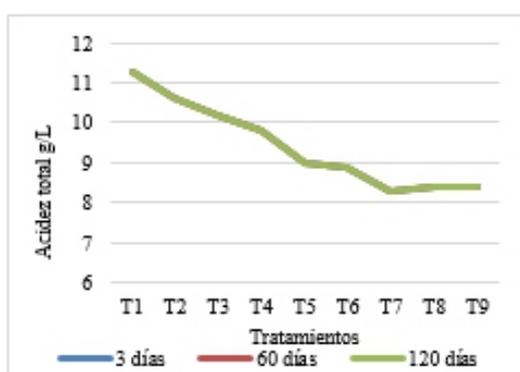


Figura 11. Acidez total del producto elaborado, evaluado a los 3, 60 y 120 días en anaquel para cada tratamiento

Tabla 2. Evaluación química de los mejores tratamientos

Tratamiento	Extracto Etéreo (%)	Proteína Total (%)	Extracto libre de nitrógeno (%)	Energía bruta (kCal/g)
T8	18.2	0.52	75.47	6571.5
T9	18.4	0.54	74.46	6493.2

#### IV. DISCUSIÓN

Nieto, (2009), en su trabajo evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *S. cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol, que la adaptación de la levadura se realizó en jugo de caña de azúcar a pH 4.7; 20 °Brix y a 28 °C; en el presente trabajo, por esa condición y sabiendo de la importancias del pH y el °Brix; se trabajó con jugo fresco de caña de azúcar a pH promedio de 5.25 y °Brix en promedio de 18.73(Figura 1); debemos tener en cuenta también la estación del año que fue verano y la altitud de 2365 m.s.n.m de Chachapoyas. Asimismo en la figura 2, se muestra los valores de pH, sólidos totales y densidad del jugo de caña de azúcar estandarizado para cada tratamiento para iniciar el proceso de fermentación

Campués & Tarupí, (2011); realizó la obtención de alcohol a partir del mosto de jugo de caña, cachaza y melaza; evaluó como variables de estudio los sólidos solubles y pH; los aldehídos, alcoholes superiores, ésteres, metanol y rendimiento en el producto final; en el análisis sensorial: color, olor y sabor; de los cual el mejor tratamiento fue Jugo de caña + 0,15 gramos de *S. cerevisiae* por litro de disolución; en comparación en la investigación se trabajó de forma similar, se agregó levadura en 5% p/V, teniendo como variables el pH y cantidad de enturbiante; donde la evaluación sensorial por 5 oportunidades en 120 días, mediante el análisis de la aceptación de aroma, color, sabor y textura vistas en las figuras 4, 5, 6 y 7; y mediante la aplicación de la prueba de Friedman ( $p < 0,05$ ), se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos; sin embargo entre bloques en razón del tiempo existe diferencia significativa entre la evaluación a 90 y 120 días en comparación a la evaluación a 3 y 30 días.

La fermentación del jugo de caña de azúcar es un proceso tecnológico básico o vital para la obtención de diversos productos derivados ; existe otras realidades de zonas rurales donde se realiza la fermentación como medio para la generación de alcohol y por destilación el aguardiente ; en contraste se propone la sostenibilidad de la producción principalmente incrementando el periodo de vida útil que se logra demostrar en las figuras 8, 9, 10, 11, donde claramente se nota la estabilidad de la densidad, pH, °Brix y acidez total por el espacio de 120 días (Tratamientos T8 y T9)

Nieto, (2009); evaluó la fermentación alcohólica por la levadura *S. cerevisiae* activa seca (LAS), frente a la misma levadura pero que ha provenido de un proceso de adaptación (LA), utilizando como sustrato jugo de caña de azúcar, se determinó para las dos levaduras

que a 3.7 de pH, 20 °Brix y a una temperatura de 22 °C tienden una mejor capacidad fermentativa; según los resultados en la presente investigación según la Figura 11 se muestra la cantidad de alcohol del producto elaborado, evaluado a los 3, 60 y 120 días en anaquel para cada tratamiento, manteniéndose constante la concentración alcohólica en un rango de 5 °GL (T7) y 5.6 °GL (T5); para el mejor tratamiento se efectuó la fermentación a 20 °C, a un pH de 6; obteniéndose un producto final con pH 5.5 y aceptabilidad del consumidor con calificación sensorial de me gusta mucho

Según Olarte (2007) en la investigación denominada determinación de los niveles de etanol, metanol y acetaldehído en el guarapo elaborado en los municipios de Cundinamarca - Colombia, concluye que el guarapo es una sustancia que posee niveles significativos de etanol (en promedio 3%) que lo hacen una bebida alcohólica, que culturalmente se ha consumido como una bebida refrescante, con dudosas propiedades nutricionales, en contraste en la presente investigación se ha demostrado con los resultados que la estabilidad del pH (Figura 8), donde se mantiene la tendencia establecida en la estandarización, con una leve disminución, el °Brix (figura 09), muestra una leve disminución no significativa y la Acidez total (figura 10) no tiene variación significativa y se mantiene en el rango de 11.4 g/L (T1) y 8.2 g/L (T7)

Se determinó la concentración de etanol, acetaldehído y metanol en el guarapo consumido por los pacientes con cirrosis hepática alcohólica en el departamento de Cundinamarca. En ninguna muestra se encontró metanol y en 41 muestras se determinaron niveles de acetaldehído.; en la presente investigación se ha realizado la evaluación química registrada en la tabla 2, indica que los tratamientos T8 y T9; presentan características de extracto etéreo entre 18 % y 18.4%; proteína total entre 0.52% y 0,54%; extracto libre de nitrógeno entre 75.47% y 74.46%; y energía bruta (entre 6571.5 kCal/g y 6493.2 kCal/g respectivamente

Según Gallardo (2001), menciona en su trabajo clarificación del guarapo de caña de azúcar en la producción de panela, se logran excelentes resultados con el uso de polímeros como floculantes, tanto por tiempo, precio y por la calidad de los jugos obtenidos. En la investigación se usó la filtración para la clarificación sin embargo el objetivo principal fue la separación de sólidos se realizó mediante un filtrado y se consideró no adecuado para el guarapo ya que tiene mejor presentación sin clarificar.

Bello (2005), menciona en su investigación denominada Fermentación alcohólica con jugo de

caña mezclado en Heriberto Duquesne, concluye que el empleo de cepas de levadura productoras específicas de etanol, influye positivamente en la concentración alcohólica del medio, comparativamente a la concentración obtenida en la presente investigación no se utilizó cepas seleccionadas, se utilizó levadura resultado de un proceso de fermentación anterior de guarapo, con la finalidad de mantener la tecnología tradicional o artesanal

La Norma Técnica Nicaragüense denominada NTN 03 008 – 13, – establece las características de la bebidas Alcohólicas Fermentadas, vinos de frutas y/o plantas tropicales, como son grado alcohólico entre 5 a 18; Acidez total, expresada como ácido acético entre 3% y 16%, pH 2.8 a 4, Sólidos solubles (%) entre 5 y 12; en la investigación los resultados incidan que la bebida elaborada está en el rango; se tiene 5.5 °GL, sólidos entre 7.1 a 7.5 y ácido acético 8,2 g/L (T8 y T9)

## V. CONCLUSIONES

El efecto del pH y adición de enturbiante en la elaboración de una bebida fermentada de jugo de *Saccharum officinarum* L. “Caña de azúcar” permitió elaborar una bebida con vida útil de 4 meses; aceptación sensorial y características fisicoquímicas para el consumo, resultado del manejo de pH 6 y 1% de adición de enturbiante (T8)

La bebida resultado del tratamiento 8 (T8); presento aceptación sensorial con calificación me gustaría comprarlo; del aroma, color, sabor y textura y características fisicoquímicas como pH 5.6; densidad 1.035, solidos totales 7.2, contenido de alcohol 5.3, acidez total 8.3; extracto etéreo entre 18.2%; proteína total 0.52%; extracto libre de nitrógeno 75.47%; y energía bruta 6571.5 kCal/g.

La evaluación sensorial por un periodo de 120 días, de la aceptación del aroma, color, sabor, textura vistas en las figuras 4, 5, 6 y 7; analizados por aplicación de la prueba de Friedman ( $p < 0,05$ ), y la evaluación fisicoquímica según análisis de varianza y prueba Tuckey; determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos; sin embargo entre bloques en razón del tiempo existe diferencia significativa entre la evaluación a 90 y 120 días en comparación a la evaluación a 3 y 30 días; determinándose como mejor tratamiento el T8, (pH:6 y 1% de enturbiante).

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. (1990). *Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the AOAC*. Washington, USA. 15 th edition.

- Aguirre, M., & Poveda, C. (2017). Jugo de caña de azúcar envasado en vidrio. 6. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/14844/1/Jugo%20de%20Ca%C3%B1a%20de%20azucar%20envasado%20en%20vidrio.pdf>
- Bello, D., García, R., Otero, M. A., & Saura, G. (2005). Fermentación alcohólica con jugo de caña mezclado en Heriberto Duquesne. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), XXXIX(2), 29 - 34.
- Campués, J. K., & Tarupí, J. C. (2011). Obtención de alcohol a partir de jugo de caña, cachaza y melaza, mediante la incorporación de dos niveles de fermento (*Saccharomyces cerevisiae*). Ibarra - Ecuador: Universidad técnica del norte.
- Cheftel, J. C., Cheftel, H., & Bezancon, P. (1977). Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos (Vol. I). Zaragoza: Acribia.S.A.
- Cobeña, J. J., & Loor, I. F. (2016). Caracterización físico-química del jugo de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la hacienda el Jardín . Calceta: Escuela superior politécnica agropecuaria de Manabí Manuel Félix Lopez.
- Dirección de Regulación de los Alimentos MINSA. (2013). La Norma Técnica Nicaragüense denominada NTN 03 008 13 Bebidas Alcohólicas Fermentadas. Vinos de frutas y/o plantas tropicales. Nicaragua: Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento, Industria y Comercio.
- Fellows, P. (1994). Tecnología del procesado de los alimentos: Principios y práctica . Zaragoza - España: Editorial Acribia.
- Hernandez, E. (2005). Evaluación sensorial. Bogotá: Facultad de ciencias básicas e ingeniería - Universidad nacional abierta y a distancia.
- IICA. (2007). Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: i. etanol. San José , Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Inei. (2013). IV Censo nacional agropecuario 2012. Lima - Perú: Instituto nacional de estadística e informática - Ministerio de agricultura y riego.
- Larrahondo, J. E. (1995). Calidad de la caña de azúcar. En Cenicaña. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia, 337 - 354. Cali, Colombia: Cenicaña.
- Minagri. (2013). Estadística Agroindustrial . Lima - Perú: Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos - Ministerio de agricultura y riego.
- Minagri. (2017). Producción de Caña de azúcar en el Perú, Perspectivas. Lima - Perú: Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria - Dirección general de políticas agrarias.
- Montgomery, D. C. (2004). Diseño y análisis de experimentos . México: Limusa S.A. Wiley.
- Nieto, H. O. (2009). Evaluación de las condiciones de la fermentación alcohólica utilizando *Saccharomyces cerevisiae* y jugo de caña de azúcar como sustrato para obtener etanol. Sangolqui: 142.
- Olarte, M. F., Martínez, J. D., Acosta, P., & Garzón , M. A. (2007). Determinación de los niveles de etanol, metanol y acetaldehído en el guarapo elaborado en los municipios de Cundinamarca. Revista Colombiana de Gastroenterología, 97 - 103.
- Osorio, G. (2007). Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM- en la Producción de Caña y Panela. Manual técnico. Colombia: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación - FAO.
- Otero, M. A., García, R., Pérez, M. C., Martínez, J. A., Vasallo, M. C., Saura, G., & Bello, D. (2009). Producción de bioetanol a partir de mezclas de jugos-melazas de caña de azúcar. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, 17 - 22.

## Efecto del escaldado, pasteurización y ácido cítrico sobre la calidad de la pulpa de babaco (*Carica pentagona*).

### Effect of scalding, pasteurization and citric acid on the quality of the babaco pulp (*Carica pentagona*).

Elena V. Torres Mamani<sup>1</sup>

#### RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad determinar el efecto del escaldado, pasteurización y ácido cítrico sobre la calidad de la pulpa de babaco (*Carica pentagona*), para lo cual se recolectaron frutos de babaco de la provincia de Luya y distrito de Lamud, región Amazonas, con los cuales se obtuvieron pulpa y se determinó los oBrix y pH; posteriormente se sometieron a tres tratamientos (Escaldado, Pasteurizado y adición de ácido cítrico), las cuales se conservaron a la temperatura de -18oC por 60 días, donde se evaluó los oBrix y pH, asimismo la preferencia de los panelistas mediante un DBCA con tres tratamientos y 12 bloques. La pulpa de babaco antes del almacenamiento presentaron valores de pH 4,04 y oBrix 7,03. Asimismo los tres tratamientos en almacenamiento presentaron características químicas adecuadas, siendo la pasteurización con valores cercanos a la materia prima, oBrix (6,26) y pH (4,02). La pulpa de babaco en conservación con mayor aceptación por los panelistas fue cuando se sometió al tratamiento de escaldado y almacenado a una temperatura de -18oC por 60 días de conservación que presentaron un buen sabor, color, aroma y apariencia general.

**Palabras clave:** pulpa, babaco, escaldado, pasteurización, ácido cítrico.

#### ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of scalding, pasteurization and citric acid on the quality of the babaco pulp (*Carica pentagona*), for which babaco fruits were collected from Luya province and Lamud district, Amazonas region. with which pulp was obtained and oBrix and pH were determined; later they were subjected to three treatments (Scalding, Pasteurized and addition of citric acid), which were kept at the temperature of -18 oC for 60 days, where oBrix and pH were evaluated, as well as the preference of the panelists through a DBCA with three treatments and 12 blocks. The babaco pulp before storage presented values of pH 4,04 and oBrix 7,03. Likewise, the three treatments in storage presented adequate chemical characteristics, being the pasteurization with values close to the raw material, oBrix (6,26) and pH (4,02). The babaco pulp in conservation with greater acceptance by the panelists was when it was submitted to the treatment of scalded and stored at a temperature of -18 oC for 60 days of preservation that presented a good flavor, color, aroma and general appearance.

**Keywords:** pulp, babaco, blanching, pasteurization, citric acid.

---

<sup>1</sup>Profesora Asociado TC de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias -UNTRM. Ingeniera en Industrias Alimentarias.  
E-Mail: helenviki4@hotmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

El fruto babaco se emplea para la industria de mermeladas, dulces y jugos por su fragancia y sabor exquisito (Brack, 2003).

La papaya (*Carica papaya* L.) se elabora en forma de puré con aproximadamente 9 oBrix y baja acidez. La relación oBrix/ácido se sitúa entre 35 y 75. El pH es igual a 5,0 (Ashurst, 1999).

Ashurst (1999) manifiesta que la pasteurización es precisa en muchos casos para estabilizar el producto, eliminando microorganismos que pueden provocar la fermentación y/o el deterioro que afecta a la transparencia, sabor y vida útil.

La pasteurización en envases, pasteuriza el envase y su contenido y asegura la fiabilidad del producto, no como la pasteurización rápida que todavía permite la contaminación con microorganismos en la fase de embotellado (Ashurst, 1999).

La eliminación de aire en zumos concentrados o no se hace generalmente a 20-50°C, según el producto (por ejemplo: bajas temperaturas para los cítricos y más altas para el tomate). La eliminación del aire es conveniente para mantener la concentración de vitamina C y reducir los cambios de color durante el almacenado. Sin embargo, después de 2-3 semanas, la cantidad de vitamina C depende más de la temperatura de almacenado y de la degradación por enzimas (Ashurst, 1999).

Daepf, Suter y Studer (1996) manifiesta que especialmente cuando las temperaturas son cálidas, las levaduras presentes en todas las partes hacen fermentar con gran rapidez los jugos de frutas, en cuyo proceso se forman alcohol y anhídrido carbónico a partir del azúcar de los frutos. Traducido a la práctica, esto significa para los jugos de frutas: calentar a 68°C durante 20 minutos.

Los jugos de fruta pueden congelarse, con lo que se evita la fermentación y el enmohecimiento. Al abrir con fuerza una de estas masas heladas, se encuentra en el centro un núcleo líquido espeso y con mucho azúcar, sin congelar. Como, siempre que se congela el agua, se va concentrando cada vez más la solución remanente, el punto de congelación va descendiendo paulatinamente, lo que explica la presencia de esta masa sin congelar en el interior (Daepf, Suter y Studer, 1996).

La severidad de los tratamientos térmicos depende tanto del tiempo como de la temperatura; pero en términos generales, se considera un tratamiento poco severo aquel en el que se aplica una temperatura por debajo de 100°C y en el que sólo se eliminan células vegetativas y no células esporuladas. Dentro de los

tratamientos térmicos poco severos se tiene al escaldado y a la pasteurización (García, Morales y Peñafiel, 2014).

Para los alimentos ácidos, cuyo ejemplo más importante son los zumos de frutas, conseguir una estabilización del producto que respete sus cualidades organolépticas, ya que no son necesarias las temperaturas mayores porque en medios ácidos no es posible el crecimiento de bacterias esporuladas (Abril y Casp, 1999).

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del escaldado, pasteurizado y ácido cítrico sobre la calidad de la pulpa de babaco (*Carica pentagona*).

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Tecnología Agroindustrial de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. La materia prima en estudio fue pulpa de babaco (*Carica pentagona*), de estado maduro, provenientes de la provincia de Luya y distrito de Lamud, departamento de Amazonas; la cual fue previamente caracterizada mediante un análisis química, determinándose oBrix: método refractométrico, pH: método potenciométrico (Madrid, 1994).

Los tratamientos sometidos la pulpa de babaco fueron: Escaldado, pasteurización y adición de ácido cítrico (Tabla 1).

Tratamiento 1 (T1), escaldado: La fruta entera fue sometido a los procesos de selección, clasificación, pesado, lavado, Escaldado (70°C por 5 min.), pelado, pesado, pulpeado/refinado, envasado y almacenado (-18°C por 60 días).

Tratamiento 2 (T2), pasteurización: La fruta entera fue sometido a los procesos de selección, clasificación, pesado, lavado, pelado, pesado, pulpeado/refinado, envasado, pasteurizado (68°C por 20 min.) y almacenado (-18°C por 60 días).

Tratamiento 3 (T3), adición de ácido cítrico: La fruta entera fue sometido a los procesos de selección, clasificación, pesado, lavado, pelado, pesado, pulpeado/refinado, adición de ácido cítrico (pH: 3,22), envasado, y almacenado (-18°C por 60 días).

Posteriormente se evaluó las características químicas de pH y oBrix. Asimismo se evaluó los atributos de color, aroma, sabor y apariencia general de mayor aceptación con 12 panelistas semientrenados, cuyo test de escala hedónica fue de 9 puntos (9: Me gusta muchísimo, 8: Me gusta mucho, 7: Me gusta moderadamente, 6: Me gusta ligeramente, 5: No me

gusta ni me disgusta 4: Me disgusta ligeramente, 3: Me disgusta moderadamente, 2: Me disgusta mucho, 1: me disgusta muchísimo).

El diseño experimental que se utilizó para realizar el análisis químico (oBrix y pH), es un Diseño completamente aleatorizado (DCA) y para el análisis sensorial se empleará el Diseño en bloques completamente aleatorizados (DBCA).

Los resultados de análisis químico serán analizados mediante análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey con 0,05% de significación para evaluar las diferencias de media (Espinoza, 1996). Mientras que los resultados de la evaluación sensorial serán analizados empleando la prueba de Friedman.

Tabla 1: Tratamientos de la pulpa de babaco para el análisis químico y sensorial.

Tratamientos	Proceso
T <sub>1</sub>	Escaldado
T <sub>2</sub>	Pasteurización
T <sub>3</sub>	Ácido cítrico

### III. RESULTADOS

En la Tabla 2 se presenta la evaluación de °Brix, y pH del fruto babaco antes del almacenamiento.

Tabla 2: Evaluación química del fruto babaco

Características	Valor
°Brix	7,03
pH	4,04

Tabla 3: Evaluación química de pulpa de babaco

Tratamientos	Análisis químico	
	°Brix	pH
T <sub>1</sub>	6,10 a	4,16 a
T <sub>2</sub>	6,26 b	4,02 b
T <sub>3</sub>	6,08 a	3,56 c

(\*) Diferentes letras indican diferencias significativas entre tratamientos  $p < 0,05$  de acuerdo a la prueba de Tukey.

En la Tabla 3, se presenta los resultados de los análisis químicos de la pulpa de babaco almacenado por 60 días a temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Tabla 4: Evaluación sensorial de pulpa de babaco

Atributos sensoriales	Tratamientos		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
Sabor	6.83	4.42	4.08
Color	7.42	4.33	6.17
Aroma	6.17	4.42	6.67
Apariencia general	7.25	4.92	5.92
Total	27.67	18.09	22.84

En la Tabla 4, se muestra la evaluación sensorial efectuada por los panelistas semientrenados.

### IV. DISCUSIÓN

La evaluación química de los oBrix del fruto babaco fue de 7,03 oBrix (Tabla 2). Merino (1988) indica que el contenido en sólidos solubles, oscila entre 5,8 y 8 oBrix. Lo cual indica que la materia prima empleada posee la madurez apropiada para su procesamiento.

Torres (2007) indica que el pH del fruto babaco en estado sazón es de 4,4 y en estado maduro de 3,9. En el presente trabajo el pH del fruto babaco fue de 4,04, rango establecido entre sazón y maduro, según el autor mencionado anteriormente.

En el almacenamiento por 60 días y a la temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$  (Tabla 3) no presentó diferencia significativa en cuanto a los oBrix entre el tratamiento T<sub>1</sub> y T<sub>3</sub> (Tabla 3). Sin embargo existe una diferencia significativa con el tratamiento T<sub>3</sub>. Con respecto al pH presentó diferencia significativa entre los tres tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>). Cabe indicar que el tratamiento T<sub>3</sub> se adicionó ácido cítrico por lo cual el pH es bajo con respecto de los demás tratamientos. Asimismo el tratamiento T<sub>2</sub> obtuvo valores cercanos a la materia prima.

Con respecto a la característica sensorial (Tabla 4) sabor, aroma, color y apariencia general existe diferencia significativa, siendo el tratamiento T<sub>1</sub> (escaldado) el de mayor aceptación por parte de los panelistas. García, Morales y Peñafiel (2014) indican que el escaldado es un tratamiento térmico de corta duración y a temperatura moderada. Generalmente consiste en mantener el producto (verduras y frutas) unos minutos a una temperatura entre  $95-100^{\circ}\text{C}$ . El escaldado no es un sistema de conservación en sí mismo, es una operación previa en la esterilización, deshidratación de productos sólidos, etc. Asimismo indica que en alimentos ácidos ( $\text{pH} < 4,6$ ), en el caso de los zumos de frutas, el objetivo está más

enfocado en mantener sus cualidades organolépticas. Los alimentos ácidos están protegidos por la acidez que presentan por lo que no son necesarias temperaturas mayores ya que no es posible la presencia de bacterias esporuladas. El pH de la pulpa de babaco congelado por 60 días fue de 4,16, considerado por lo tanto como ácido por lo cual es óptimo las temperaturas bajas como el escaldado.

Shafiur (2003) menciona que la conservación de alimentos comprende aquellas acciones tomadas a fin de mantener los alimentos con sus propiedades deseadas o su naturaleza durante el mayor tiempo posible.

A su vez Southgate (1992) menciona que las bajas temperaturas son eficaces para controlar los microorganismos que pueden considerarse inactivos por debajo de -10°C. Sin embargo, los enzimas se mantendrán todavía bastantes activos en los alimentos a esta temperatura y el producto resulta inaceptable tras un período de tiempo relativamente corto unas 2-4 semanas. Para evitar que los enzimas alteren los alimentos es necesaria una temperatura de -18°C o inferior.

## V. CONCLUSIONES

EL fruto babaco antes del almacenamiento presento 7,03 de oBrix y 4,04 de pH.

La pulpa de babaco sometido al tratamiento de escaldado, pasteurización y adición de ácido cítrico y almacenado en congelación a -18°C por 60 días, presentaron características químicas apropiadas, siendo la pasteurización con valores cercanos a la materia prima, oBrix (6,26) y pH (4,02).

La mejores atributos sensoriales de sabor, color, aroma apariencia general durante el almacenamiento por 60 días a temperatura de -18°C de pulpa de babaco fue el tratamiento con escaldado (T3).

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ashurst, P.R. (1999). Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas sin gas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Abril R., J y Casp V., A. (1999). Procesos de conservación de alimentos. Ediciones Mundi Prensa. España.
- Brack E., A. (2003). Frutas del Perú. Universidad de San Martín de Porres. Lima, Perú.
- Daep U., H., Suter, E. y Studer, A. (1996). Conservación casera de frutas y hortalizas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.
- Espinoza, E. 1996. Evaluación Sensorial de los Alimentos. FAIP/UNJBG. Tacna-Perú.

García T., S.M., Morales S., E. y Peñafiel, C. E. (2014). Manual de tratamiento térmico de alimentos. Universidad Nacional La Molina. Lima-Perú.

Shafiur M. 2003. “ Manual de Conservación de Alimentos”. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España.

Southgate D. (1992). Conservación de frutas y hortaliza”. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza (España).

Merino D. (1988). “El cultivo del babaco”. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Madrid, A. 1994. Métodos oficiales de Análisis de los Alimentos. Ediciones Mundi-Prensa. España.

Torres, E.V. y Vásquez, E.R. 2008. Caracterización Físicoquímica y Organoléptica del Néctar de Babaco (Carica pentagona L.). Investigaciones Amazonenses 2(1): 23-26.

## Evaluación de la comprensión de las fórmulas enlace-línea en un curso de química orgánica universitaria

### Evaluation of the understanding of link-line formulas in a university organic chemistry course

Nelson César Santisteban Salazar<sup>1</sup>, Mirtha Yvis Santisteban Salazar<sup>2</sup>, María Llashag Adán<sup>3</sup>, Magnolia Anacarina Arrasco Barrenechea<sup>2</sup>

#### RESUMEN

El objetivo fue determinar el nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea para la representación de fórmulas moleculares de compuestos orgánicos e identificar los procedimientos que siguieron los alumnos al intentar escribir la fórmula. La investigación fue observacional, descriptiva y transversal, con una muestra de 53 alumnos de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, inscritos en un curso de química orgánica del ciclo 2018-I, seleccionados intencionalmente. Se utilizó una versión adaptada del instrumento de Villaseñor et al. (2013) y validado por expertos. Se consideró el porcentaje de respuestas correctas para ubicar a los alumnos en tres niveles de comprensión. Del total de estudiantes ubicados en el grupo de alto, 100% (13) corresponden a Ingeniería Agronómica, mientras que en este mismo nivel se ubicaron 82% (18) de la sección A y 89% (16) de la sección B de Enfermería. El valor más bajo de aciertos corresponde al orden de colocación de los elementos en la fórmula molecular, seguido por la determinación del número de hidrógenos. La mayoría de estudiantes recurrieron a la escritura de los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas. No se obtuvieron diferencias significativas entre los niveles de comprensión de las fórmulas enlace línea y las carreras universitarias de los estudiantes evaluados. Se concluyó que los estudiantes tuvieron un elevado por ciento de aciertos al escribir las fórmulas moleculares como resultado de un alto nivel de comprensión de las fórmulas enlace-línea.

**Palabras clave:** nivel de comprensión, fórmulas moleculares, fórmulas enlace-línea, compuestos orgánicos, química orgánica.

#### ABSTRACT

The objective was to determine the level of understanding of the link-line formulas for the representation of molecular formulas of organic compounds and to identify the procedures that students followed when trying to write the formula. The research was observational, descriptive and cross-sectional, with a sample of 53 students from the Amazon Polytechnic University of Bagua Grande, enrolled in an organic chemistry course of the 2018-I cycle, intentionally selected. An adapted version of the instrument by Villaseñor et al. (2013) and validated by experts. The percentage of correct answers to place students in three levels of understanding was considered. Of the total students located in the high group, 100% (13) correspond to Agronomic Engineering, while 82% (18) of section A and 89% (16) of section B of Nursing were located at the same level. The lowest value of hits corresponds to the order of placement of the elements in the molecular formula, followed by the determination of the number of hydrogens. Most students resorted to writing carbon and hydrogen atoms on formulas. No significant differences were obtained between the levels of understanding of the link-line formulas and the university careers of the students evaluated. It was concluded that the students had a high percentage of successes in writing the molecular formulas as a result of a high level of understanding of the link-line formulas.

**Keywords:** level of understanding, molecular formulas, link-line formulas, organic compounds, organic chemistry.

<sup>1</sup>Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

<sup>2</sup>Universidad Politécnica Amazónica

<sup>3</sup>Hospital de Apoyo Santiago Apóstol

## I. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la química, sigue teniendo una mayor dificultad que la de otras asignaturas (Aguilar, Fernández y Duran, 2011; Nakamatsu, 2012) debido a que los estudiantes deben dominar un lenguaje químico (Castelán y Hernández, 2009; Zaragoza et al., 2015) que se caracteriza por la rigurosidad con que se definen sus términos técnicos (Lorenzo, Salerno y Blanco, 2009) y por el uso de múltiples reglas (Valero y Mayora, 2009) y fórmulas para representar sustancias, reacciones y mecanismos (Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014), las mismas que son establecidos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) (Zaragoza et al., 2015; Villaseñor et al., 2013).

En cuanto a la enseñanza que realizan los profesores universitarios de química se reduce al dictado de contenidos conceptuales (Cabrera, 2015) centrado en la resolución de ejercicios (Raviolo y Lerzo, 2016) que en la práctica desarrolla las competencias necesarias para aprobar el curso (Pulido y Barbero, 2015). Consecuentemente, la química orgánica se presenta como una asignatura de memoria (Barrera, 2017; Roque y Silva, 2008; Valero y Mayora, 2009), aunque no son necesarios muchos cálculos, sino claridad de conceptos (Pulido y Barbero, 2015), por una diversidad de diagramas y modelos estructurales que se utilizan, los que pueden crear confusiones (Caamaño y Oñorbe, 2004).

Sabemos ahora, que un compuesto es una sustancia constituida por moléculas, las cuales están formadas por dos o más átomos (Caamaño, 2011), por lo que su estructura depende del tipo y número de átomos que la constituyen, la distribución espacial y la conectividad entre ellos (Cerro y Merino, 2009; Farré y Lorenzo, 2012).

Cabe hacer notar que en los textos de Química Orgánica se utilizan diversos tipos de fórmulas para representar compuestos orgánicos. Así las fórmulas estructurales muestran cuáles átomos están enlazados entre sí (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001; Wade, 2004) pero no son representaciones de las formas reales de la molécula (Solomons y Fryhle, 2012). En las fórmulas condensadas, no se muestran los enlaces carbono-hidrógeno y carbono-carbono (Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001; Wade, 2004; Klein, 2013) sino que se sobreentienden (McMurry, 2012).

Otro tipo es la fórmula de líneas y ángulos, algunas veces llamada estructura de esqueleto o figura de líneas y se asume que los átomos de carbono están presentes en cualquier punto donde dos líneas se

encuentren o una línea comience o finalice (Wade, 2004); sin embargo, no todas las moléculas pueden ser representadas con enlaces en zig-zag, pues la geometría de algunos compuestos es lineal y no angulada (Cerón, Arroyo, Aguilar, Gonzáles y Pérez, 2013) lo cual ocurre con los enlaces triples que tienen átomos de carbono con hibridación  $sp$ , que se dibujan en forma lineal (Klein, 2013).

Ahora, la fórmula molecular proporciona información acerca del tipo y número de átomos en una molécula (Wade, 2004; Meislich, Nechamkin, Sharefkin y Hademenos, 2001) lo cual ayuda a acotar las posibilidades de grupos funcionales presentes en el compuesto (Haro, James y Romero, 2001); por tanto, para poder escribir las fórmulas estructurales de un compuesto, debemos conocer su fórmula molecular (Wade, 2004).

Aunque, la tendencia actual es usar las fórmulas enlace-línea, aún existen profesores en las universidades que usan fórmulas desarrolladas o semidesarrolladas (Villaseñor et al., 2013).

Cabe señalar que la escritura de fórmulas enlace líneas, implica el desarrollo de inteligencias como la lógico-matemática y la espacial, pues de ello depende la posterior comprensión de las fórmulas moleculares por los estudiantes (Cerón, Arroyo, Aguilar, Gonzáles y Pérez, 2013).

Por su parte, de acuerdo con la taxonomía del dominio cognitivo de Bloom, en el nivel 2 o de comprensión el alumno entiende el significado de la información recibida (Hernán, Lázaro y Velásquez, 2005). No obstante, una de las principales dificultades que presentan los estudiantes universitarios consiste en desarrollar acciones cognitivas como el análisis, el razonamiento, la comunicación, el realizar operaciones, entre otras (Ruiz, Gutiérrez y Garay, 2018).

Por otra parte, algunos estudios reportan que podría resultar difícil de comprender para los estudiantes la representación molecular de los compuestos orgánicos (García, Valdez y Gómez, 2008; Villaseñor et al., 2013; Cerón et al., 2013; Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014; Morales y Salgado, 2017; Ríos, 2017), los mismos que están relacionados con la falta de esfuerzo de ellos o a formas inadecuadas de enseñanza del docente (Galagovsky y Bekerman, 2009) o a dificultades del procesamiento de información del lenguaje químico (Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo y Alí, 2014).

as carreras de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica en Bagua Grande, poseen en el tercer semestre de sus mallas curriculares, el curso de Química Orgánica. En este

curso, que tiene una duración de 16 semanas, se presentan clases teóricas semanales que se complementan con ejercicios de aplicación con uso de fórmulas semidesarrolladas, desarrolladas o las de enlace-línea, preparados por el docente y administrado a través del Aula Virtual de esta Universidad. Las clases son expositivas, donde el docente responsable de las mismas, presenta en 4 horas, con ayuda de pizarra, la temática de cada clase. Cabe señalar que los alumnos inscritos en el curso de Química Orgánica han cursado previamente la asignatura de Química Inorgánica.

En este contexto se investigó si el alumno comprende las fórmulas enlace-línea de los compuestos orgánicos al escribir su correspondiente fórmula molecular considerando el número de átomos de carbono e hidrógeno, los heteroátomos y el orden de los elementos e identificar los procedimientos que siguieron los alumnos al intentar escribir la fórmula.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

El tipo de investigación seleccionado para el estudio fue el cuantitativo, con diseño no experimental, descriptivo y transversal. La población estuvo constituida por todos los alumnos de la carrera de Enfermería e Ingeniería Agronómica de la Universidad Politécnica Amazónica de Bagua Grande, matriculados en el semestre académico 2018-I, siendo un total de 623 alumnos y la muestra quedó conformada por un total de 53 alumnos inscritos en el curso de Química Orgánica distribuidos en las carreras de Enfermería (40) que consta de 2 secciones: A (22) y B (18) e Ingeniería Agronómica (13) y que han tenido la oportunidad de abordar el tema fórmulas con el mismo profesor. Para seleccionar a los alumnos en la presente investigación se ha llevado a cabo un proceso de muestreo no probabilístico de conveniencia o incidental.

Previamente, se realizó una revisión de la versión del instrumento utilizado por Villaseñor et al. (2013) por dos doctores en educación, para que emitieran sus opiniones en relación a: a) pertinencia del contenido del texto de las instrucciones; b) pertinencia de las fórmulas que se incluyeron en el cuestionario de evaluación y c) pertinencia de la respuesta considerada como correcta para cada pregunta. Con base en las opiniones de los especialistas se realizaron algunas correcciones para contar con una versión consensuada del instrumento. Estas fueron: a) se realizó una reformulación de las instrucciones que aparecen en la prueba; b) se corrigieron dos ítems de la prueba, colocando líneas rectas verticales en los triples enlaces carbono-carbono y carbono-nitrógeno del 4-metilpent-1-ino y 3-metilbutanonitrilo,

respectivamente.

En el cuestionario final se incluyeron a) el nombre del alumno; b) la carrera de estudios; c) el semestre en curso; d) la sección; e) la fecha; f) las instrucciones para su resolución; g) las fórmulas enlace-línea de 20 compuestos orgánicos.

Se les indicó a los alumnos que para responder la prueba solo tienen que escribir la fórmula molecular debajo de cada estructura como se indica en las instrucciones, en el que además se les recordó que para resolverlo podrían efectuar el reemplazo por las fórmulas desarrolladas o semidesarrolladas que ellos estudiaron y debía resolverse en forma individual. La aplicación de la prueba se llevó a cabo, para cada uno de los grupos por separado, en aproximadamente 30 minutos de duración.

Se consideró correcta la respuesta si el alumno escribía los elementos presentes en la fórmula molecular en el siguiente orden: primero carbono, en seguida hidrógeno y el resto de heteroátomos en orden alfabético a su símbolo, con un subíndice que indica el número de átomos presentes de cada elemento.

Las respuestas se calificaron como: correcta (un punto) e incorrecta o ausente (cero puntos). Se consideró el porcentaje de respuestas correctas en la prueba para ubicar a los alumnos en tres niveles de comprensión: Bajo (de 0 a 33.3%), Medio (de 33.4 a 66.6%) y Alto (66.7% o más) y se compararon los niveles de comprensión que se presentaron entre grupos.

Además, realizamos un conteo de las respuestas de los estudiantes en las que escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre la fórmula enlace-línea al intentar determinar la fórmula molecular en el examen.

Se descartaron los resultados de los alumnos en cuatro casos: a) alumnos repitentes en el curso, b) alumnos que copiaron para contestar la prueba, c) alumnos que no escribieron su nombre y d) alumnos que no presentaron la prueba.

El análisis estadístico se realizó por medio del programa Microsoft Excel 2013, considerando distribución de frecuencias, porcentajes y media aritmética de los datos analizados y se buscó asociación entre las variables con la prueba chi cuadrado con significación estadística para los valores de  $p < 0,05$ .

## III. RESULTADOS

La muestra total de alumnos que realizaron la prueba fue de 100%; 66% (35) de sexo femenino y 34% (18)

de sexo masculino, con edades entre 17 y 34 años, y una media de edad de 19.8 años. El 75,5% (40) de estudiantes cursaban la carrera de enfermería y el 24,5% (13) ingeniería agronómica.

La media de calificación de la muestra de alumnos (N= 53) fue de 16.5 de un total de 20 puntos de calificación. La Figura 1 muestra que el porcentaje promedio de aciertos de los tres grupos evaluados en el examen en el curso de Química Orgánica del ciclo 2018-1 fue 79%.

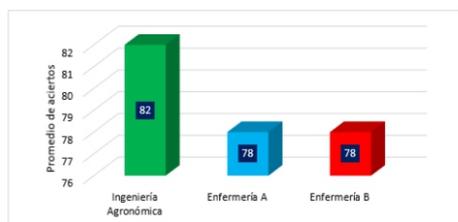


Figura 1. Porcentaje promedio de aciertos correspondiente a los 20 ejercicios de la prueba que obtuvieron cada uno de los tres grupos evaluados en el curso de Química Orgánica del ciclo 2018-1.

En las Tabla 1 se muestran los porcentajes de los aciertos en cada una de las cuatro variables consideradas en la fórmula molecular para calificar la prueba (número de átomos de carbono, número de átomos de hidrógeno, número de heteroátomos y orden de los elementos), para cada uno de los tres grupos de estudiantes de la muestra en el curso de Química Orgánica del ciclo 2018-1.

Tabla 1. Porcentaje de aciertos correspondientes a cada una de las cuatro variables consideradas en la fórmula molecular para calificar la prueba de los tres grupos evaluados en el curso de Química Orgánica del ciclo 2018-1.

Carreras	Porcentaje promedio de aciertos			
	Carbono	Hidrógeno	Heteroátomos	Orden
Enfermería A	99	88	92	85
Enfermería B	99	90	92	88
Ingeniería Agronómica	98	92	92	91

En la Figura 2 se muestra que el 94% de los alumnos de ambos grupos de Enfermería escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas enlace-línea, pero no los enumeraron para contarlos físicamente, llegando así a escribir la fórmula molecular correspondiente; mientras que el 100% de estudiantes de Ingeniería Agronómica hicieron lo mismo.

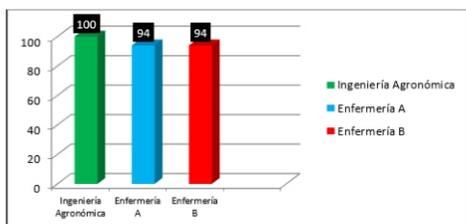


Figura 2. Porcentaje de alumnos que escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas enlace-línea en la prueba del curso de Química Orgánica del ciclo 2018-1.

Como es posible observar en la Tabla 2, la mayor concentración de estudiantes se encontró en el nivel alto de comprensión en los tres grupos evaluados y

ninguno se situó en el rango bajo; sin embargo, la prueba de la  $X^2=2.692$  informa que es menor a una ji cuadrada  $=9.488$  para un  $gl=4$  y un error del 5%, por lo que no presenta diferencias significativas estadísticamente, es decir son productos del azar.

Tabla 2. Nivel de comprensión de las fórmulas basadas en líneas por carrera.

		Ingeniería Agronómica	Enfermería A	Enfermería B	Total
		Bajo	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
Nivel de comprensión	Medio	0 (0%)	4 (18%)	2 (11%)	6 (11%)
	Alto	13 (100%)	18 (82%)	16 (89%)	47 (89%)
Total		13(100%)	22(100%)	18 (100%)	53 (100%)

#### IV. DISCUSIÓN

En nuestro estudio hemos encontrado que el valor más bajo de aciertos corresponde al orden de colocación de los elementos en la fórmula molecular, seguido por la determinación del número de hidrógenos y el más alto para el número de átomos de carbono y de los heteroátomos presentes. Esto puede deberse a que cuanto más simplificado sea el trazo de las fórmulas químicas, incluyen mayor contenido implícito y por tanto mayor es la dificultad para la apropiación de su significado (Farré, Zugbi y Lorenzo, 2014). Sin embargo, esto se puede relacionar con el desconocimiento de los símbolos químicos y las funciones químicas (Cabrera, 2015)

Estos resultados concuerdan con Villaseñor et al. (2013) en un estudio realizado en la Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, que encontró que el nivel de dificultad al escribir la fórmula molecular de las representaciones de enlace-línea de los compuestos orgánicos, es mayor para el número de hidrógenos, seguido por el orden de acomodo de los símbolos de los elementos y menor para el número de átomos de carbono y de los heteroátomos presentes y con Farré, Zugbi y Lorenzo (2014) en un estudio realizado en la Universidad de Buenos Aires, quienes encontraron que los errores en la escritura de la representación del benceno se presentaron en el número de hidrógenos y no en el número de carbonos.

Sin embargo, a pesar de que los alumnos fueron capaces de relacionar la fórmula enlace-línea con la fórmula molecular, les resulta difícil diferenciar el orden alfabético para los heteroátomos, esto constituye un posible obstáculo cuando abordan escribir su correspondiente fórmula molecular. De acuerdo con Cerón et al. (2013) una de las causas de que el estudiante presente estas dificultades se debe a que algunos no recuerdan el orden alfabético. No obstante, esto puede guardar relación con la comprensión de instrucciones escritas para la resolución del examen, ya que no comprenden lo que

leen, lo cual se vio reflejado en el incorrecto orden de colocación de los elementos en la fórmula molecular y deja abierta la clara necesidad de hacer más estudios sobre el tema. Al respecto, la capacidad para comprender enunciados de preguntas y problemas en los exámenes es un factor clave en el rendimiento académico (Ayala y Messing, 2013).

Con respecto al cálculo del número de hidrógenos, los estudiantes no tuvieron dificultades para contar los hidrógenos enlazados a los distintos tipos de carbono (primarios, secundarios o terciarios) o enlace (sencillo, doble o triple), más bien los errores se presentaron con los hidrógenos enlazados a heteroátomos. Al respecto, Salgado y Trigueros (2009) señalan que los problemas de conteo son difíciles, pues requieren saber qué características debe cumplir lo que se desea contar, por ejemplo, el hecho de que sea necesario o no el orden o la repetición.

Un alto porcentaje de alumnos escribieron los átomos de carbono e hidrógeno sobre las fórmulas enlace-línea, pero no los enumeraron para contarlos físicamente, llegando así a escribir la fórmula molecular correspondiente. Lo anterior contradice lo afirmado por Cerón et al. (2013), quienes señalan que cuando hicieron este tipo de preguntas a sus estudiantes, solo algunos desarrollaron los hidrógenos sobre las fórmulas poligonales y la gran mayoría intentó hacerlo contándolos mentalmente.

De acuerdo con los resultados que hemos hallado, no se encontró relación significativa entre los niveles de comprensión de las fórmulas enlace línea y las carreras universitarias de los estudiantes evaluados.

La investigación tiene limitaciones como presentar datos de alumnos de una sola universidad y que la prueba utilizada solo cuenta con validez de contenido, por lo que los resultados no pueden ser generalizados a toda la población universitaria peruana, aunque si muestra la necesidad de evaluar la comprensión de las instrucciones para la resolución de pruebas de química.

## V. CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que los estudiantes participantes en la investigación tuvieron un elevado por ciento de acierto al escribir las fórmulas moleculares como resultado de un alto nivel de comprensión de las fórmulas basadas en líneas por lo que los docentes deben utilizarlas para el aprendizaje de química orgánica.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, M., Fernández, M., Duran, C. (2011). Experiencias curiosas para enseñar

química en el aula. *Educación Química EduQ*, 8, 23-34.

Ayala, R., Messing, H. (2013). Comprender los enunciados en un examen escrito: ¿dónde está el problema? *Revista Cubana de Educación Médica Superior* 27(2):211-219.

Barrera, N. (2017). Integración de TIC y ABP en enseñanza de la química orgánica para estudiantes de licenciatura en biología. IX Encuentro Nacional de Experiencias en Enseñanza de la Biología y la Educación Ambiental. IV Congreso Nacional de Investigación en Enseñanza de la Biología.

Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., Burdge, J. (2004). *Química. La ciencia central*. Novena edición. Pearson Educación. 1155 p.

Caamaño, A. (2011). Sustancias químicas elementales y compuestos químicos. Una propuesta didáctica con enfoque investigativo y de modelización en los niveles macroscópico y submicroscópico. *Investigación en la Escuela*. 45-58.

Caamaño, A., Oñorbe, A. (2004). La enseñanza de la química: conceptos y teorías, dificultades de aprendizaje y replanteamientos curriculares. *Alambique* 41 *Didáctica de las Ciencias Experimentales*.

Cabrera, H. (2015). Los modos de representación de modelos en el curso Educación en Química con profesores en formación inicial en Ciencias Naturales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 12(3), 565-580.

Castelán, M., Hernández, G. (2009). Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías. X Congreso Nacional de Investigación Educativa.

Cerón, J., Arroyo, R., Aguilar, R., Gonzáles, E., Pérez, A. (2013). Precisiones y comentarios sobre el artículo: "Evaluación del aprendizaje en las representaciones moleculares "enlace-línea" de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso". *Educ. quim.* 24(3), 270-277.

Cerro, M., Merino, G. (2009). ¿Moléculas sin esqueleto?: La oportunidad perfecta para revisar el concepto de estructura molecular. *Educ. quim.* 20(2), 187-191.  
Recuperado de <http://>

- [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18300260](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18300260).
- Farré, A., Lorenzo, M. (2012). De la construcción del conocimiento científico a su enseñanza. Distintas explicaciones sobre la estructura del benceno. *Educ. quim.* 1-9.
- Farré, A., Zugbi, S., Lorenzo, M. (2014). El significado de las fórmulas químicas para estudiantes universitarios. El lenguaje químico como instrumento para la construcción de conocimiento. *Educ. quim.* 25(1).
- Galagovsky, L. y Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias.* 8(3), 952-975.
- Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M., Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciênc. Educ.* 20 (4), 785-799.
- García, M., Valdez, L., Gómez, Z. (2008). Integración de visualización científica molecular en el salón de clases. *Quim. Nova.* 31 (8), 2184-2189.
- Haro, J., James, G. y Romero, A. (2001). Desarrollo de una fórmula general para determinar el índice de deficiencia de hidrógenos (IDH). *Educación Química.* 12(2), 99-102.
- Hernán, I., Lázaro, C., Velásquez, J. (2005). Una aplicación educativa basada en la jerarquía de Bloom para el aprendizaje de la herencia de POO. VII Simposio Internacional de Informática Educativa. Portugal.
- Klein, D. (2013). *Química Orgánica.* Madrid. Editorial Médica Panamericana. 1352 p.
- Lorenzo, M., Salerno, A., Blanco, M. (2009). ¿Puede aprenderse química orgánica en la universidad presenciando una clase expositiva? *Educación Química,* 77-82.
- Mc Murry, J. (2012). *Química Orgánica.* 8ª Edición. México. CENGAGE Learning. 1382 p.
- Meislich, H., Nechamkin, H., Sharefkin, J., Hademenos, G. (2001). *Química orgánica.* Tercera edición, Mc Graw Hill. 477 p.
- Morales, C., Salgado, Y. (2017). Química orgánica en contexto y argumentación científica: una secuencia de enseñanza aprendizaje, desafíos y compromisos. *Revista de Innovación en Enseñanza de las Ciencias.* 1(1), 23-46.
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. En Blanco & Negro. 3(2), 38-46.
- Pulido, F., Barbero, A. (2015). “ChemDraw” para alumnos de iniciación a la Química Orgánica: Una útil herramienta docente para el dibujo de moléculas, nomenclatura, cálculo de fórmulas, simulación de espectros y el diseño espacial de estructuras tridimensionales (*Química IV, 1º Grado en Química*). Proyecto de Innovación Docente.
- Raviolo, A., Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química.* 27, 195-204.
- Roque, N., Silva, J. (2008). A linguagem química e o ensino da química orgânica. *Quím. Nova.* 31(4), 921-923.
- Ruiz, E., Gutiérrez, J., Garay, L. (2018). Visualizando problemas de la derivada con aplicaciones en dispositivos móviles. *Innovación Educativa.* 18(76), 39-67.
- Salgado, H., Trigueros, M. (2009). Conteo: una propuesta didáctica y su análisis. *Educación Matemática.* 21(1), 91-117.
- Solomons, T., Fryhle, C. (2012). *Química Orgánica.* Volumen 1. 10a Edicao. Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda. 632 p.
- Ugliarolo, E. y Muscia, G. (2012). Utilización de tecnología multimedia para la enseñanza de estereoquímica en el ámbito universitario. *Educ. quim.* 23 (1), 6-10.
- Valero, P., Mayora, F. (2009). Estrategias para el aprendizaje de química de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación.* 10(1), 109-135.
- Villaseñor, E. et al. (2013). Evaluación del aprendizaje en las representaciones moleculares “enlace-línea” de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso. *Educ. quim.* 24 (1), 174-179.
- Villaseñor, E. et al. (2013). Respondiendo al documento: Precisiones y comentarios sobre el artículo: “Evaluación del

aprendizaje en las representaciones moleculares “enlace-línea” de los compuestos orgánicos. Un estudio de caso” (Cerón y col., 2013). *Educ. quím.* 24(3), 274-277.

Wade, L. (2012). *Química Orgánica. 7ª Edición. Volumen I.* México. Pearson Educación. 741 p.

Zaragoza, E. et al. (2015). Estrategias didácticas en la enseñanza-aprendizaje: lúdica en el estudio de la nomenclatura química orgánica en alumnos de la Escuela Preparatoria Regional de Atotonilco. *Educación Química.* 27, 43-51.

**Propagación in vitro de babaco (*Vasconcellea x heilbornii*) del distrito de Luya, región Amazonas****In vitro propagation of babaco (*Vasconcellea x heilbornii*) from Luya district, Amazonas region**Carlos E. Millones Chanamé<sup>1</sup>**RESUMEN**

La presente investigación se realizó con el objetivo de desarrollar un protocolo para el establecimiento y ensayos preliminares de propagación in vitro de babaco (*V. x heilbornii*) proveniente del distrito de Luya, región Amazonas. Se recolectaron secciones vegetativas de plantas de *V. x heilbornii*, evaluando desinfectantes como lejía comercial y cloruro de mercurio para el establecimiento de yemas axilares, posteriormente se evaluó diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento auxinas, giberelinas y citocininas en la propagación in vitro de *V. x heilbornii*. Los resultados mostraron que el empleo de una combinación de lejía comercial al 10% más cloruro de mercurio 0,1% fueron los adecuados para la asepsia de las secciones vegetativas de *V. x heilbornii*. En tanto, el empleo de IAA 0,5 mg/L más 2iP 1- 2 mg/L permitieron el crecimiento y desarrollo de yemas axilares, resultados que permitirán la propagación in vitro de esta especie silvestre de importancia económica.

**Palabras clave:** Babaco, *Vasconcellea x heilbornii*, propagación in vitro.

**ABSTRACT**

The present investigation was carried out with the objective of developing a protocol for the establishment and preliminary tests of in vitro propagation of babaco (*V. x heilbornii*) from the district of Luya, Amazonas region. Vegetative sections were collected from plants of *V. x heilbornii*, evaluating disinfectants such as commercial bleach and mercury chloride for the establishment of axillary buds, subsequently different concentrations of auxin growth regulators, gibberellins and cytokinins were evaluated in the in vitro propagation of *V. x heilbornii*. The results showed that the use of a combination of 10% commercial bleach plus 0,1% mercury chloride were adequate for the asepsis of the vegetative sections of *V. x heilbornii*. While, the use of IAA 0,5 mg/L more 2iP 1-2 mg/L allowed the growth and development of axillary buds, results that will allow the in vitro propagation of this wild species of economic importance.

**Keywords:** Babaco, *Vasconcellea x heilbornii*, in vitro propagation.

<sup>1</sup>Dr. En Genética y Mejoramiento de Plantas, Profesor Principal, Departamento Académico de Biología y Química, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), e-mail: [carlos.millones@untrm.edu.pe](mailto:carlos.millones@untrm.edu.pe)

## I. INTRODUCCIÓN

La familia Caricaceae posee una diversidad de especies de papayitas de altura que desarrollan en las zonas altoandinas de Sudamérica, agrupadas en el género *Vasconcellea*, cuyos frutos son consumidos en fresco, asados, jugos procesados, mermeladas, conserva, así como también en salsa, compotas y encurtidos (Scheldeman et al., 2011). En el género *Vasconcellea*, destacan especies como el babaco (*V. x heilbornii*) y papayuelo (*V. cundinamarcensis*), importantes por poseer frutos con buenas características organolépticas, fuente de látex con actividad proteolítica y lipolítica (*V. x heilbornii*) (Dhuique-Mayer et al., 2001). Otras especies como *V. cundinamarcensis* y *V. stipulata* son portadoras de genes que confieren resistencia a “papaya ringspot virus”, tolerancia al frío, buenas características organolépticas y como patrones de injerto en el babaco (*V. x heilbornii*) (Jordan et al., 2009, Vélez-Mora et al., 2015).

El babaco (*V. x heilbornii*) es conocido como papaya de altura, desarrolla en climas subtropicales, y es originario de la cordillera de los andes ecuatoriana. Es un híbrido natural derivado del cruzamiento entre *V. monoica* y *V. cundinamarcensis* (Vega de Rojas y Kitto, 1991; Scheldeman et al., 2011). Una de las principales dificultades de esta especie es ser un híbrido estéril (Kempner et al., 1993) cuya propagación sólo puede realizarse vegetativamente a través de estacas, trayendo consigo el riesgo de contaminarse con virus y otras enfermedades (Jordan et al., 2009). En razón de ello, una de las alternativas para la propagación adecuada es a través del cultivo in vitro de yemas axilares (Jordan, 2011; Vélez-Mora et al., 2015).

Varias especies del género *Vasconcellea* han sido propagadas empleando el cultivo in vitro de tejidos, reportándose respuestas morfogénicas in vitro en secciones nodales de *V. chilensis* (Jordan, 2011), formación de brotes a partir de yemas axilares en *V. stipulata* (Vélez-Mora et al., 2015). En la especie *V. x heilbornii* fueron reportados producción de callo a partir de óvulos (Vega de Rojas y Kitto, 1991).

El babaco es cultivado en las huertas familiares y campos de cultivo de las zonas altoandinas de la región Amazonas, cuyo fruto es aprovechado para la preparación de refresco y néctar. Actualmente los productores agropecuarios de la región Amazonas vienen teniendo dificultades en la propagación de esta especie, debido a que es un híbrido natural, cuyo fruto ha perdido la facultad de producir semilla sexual, siendo la única forma de propagación de esta especie la vegetativa, a partir de estacas, trayendo como consecuencia, contaminación de la semilla,

baja disponibilidad y uniformidad de la calidad de semilla. En un avance para la solución de esta problemática es importante identificar plantas que posean buena calidad de fruto y productividad e iniciar con la estandarización de un protocolo para el establecimiento y propagación in vitro de babaco que asegure la obtención de semilla vegetativa de buena calidad, libre de fitopatógenos y disponible durante todo el año. En tal sentido, la presente investigación tuvo como objetivo desarrollar un protocolo para el establecimiento y ensayos preliminares de propagación in vitro de babaco (*V. x heilbornii*) proveniente del distrito de Luya, región Amazonas.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectó secciones caulinares de plantas de babaco vigorosas, buena producción y con buena apariencia fitosanitaria, las cuales fueron transportados al Laboratorio de Biología, UNTRM para los ensayos correspondientes. En el establecimiento de yemas axilares de babaco in vitro se formuló el medio de cultivo de establecimiento, constituido por las sales inorgánicas y vitaminas MS (Murashige y Skoog, 1962), m-inositol, sacarosa 3%, ácido ascórbico 100 mg/L y phytigel 0,15%. La esterilización de todos los medios de cultivos se realizó en una autoclave vertical Marca Gemmy Industrial Corp-USA, empleando 1 atmósfera de presión y 121 °C por 15 minutos.

Las secciones de tallo de babaco fueron lavados con agua corriente, detergente antes de su ingreso al cuarto de siembra. En la cámara de flujo laminar las secciones de tallo de babaco se desinfectaron en alcohol 70° durante 1 minuto, luego con diferentes desinfectantes y tiempos de exposición; cloruro de mercurio 0,1% en 10, 15 y 20 minutos, lejía comercial al 10% (0,4% hipoclorito de sodio) por 15 y 20 minutos, y la combinación de lejía comercial al 10% más cloruro de mercurio 0,1% por 15 y 20 minutos, realizándose los enjuagues respectivos con agua destilada estéril. Las yemas fueron colocadas en los tubos que contenían el medio de cultivo de establecimiento, el cual posteriormente fue sellado para su posterior incubación.

Una vez establecidas las yemas axilares in vitro, se procedió a colocar secciones vegetativas en medios de cultivo de propagación a base de las sales y vitaminas MS, myo-inositol 100mg/L, Sacarosa 2,5%, y phytigel 0,15%, suplementado con diferentes concentraciones de auxinas, giberelinas y citocininas (Tabla 1, 2, 3 y 4). Los explantes fueron incubados en temperatura diurna: 26 – 28 °C, temperatura nocturna: 24 – 26 °C, irradiancia: 20 µmol/m-2s-1 (lámparas fluorescentes 36W tipo luz fría) y fotoperiodo: 16/8 horas (día/noche).

**Tabla 1.** Combinaciones de reguladores de crecimiento auxinas y citocinina en los ensayos de propagación *in vitro* de *V. heilbornii*.

Tratamientos	Auxinas		Citocininas
	ANA (mg/L)	AIA (mg/L)	BAP (mg/L)
T1	0,25	---	1,0
T2	0,50	---	1,0
T3	---	0,25	1,0
T4	---	0,50	1,0

**Tabla 2.** Combinaciones de reguladores de crecimiento auxinas, citocinina y giberelina en los ensayos de propagación *in vitro* de *V. heilbornii*.

Tratamiento	Auxina	Citocinina	Giberelina
	AIA (mg/L)	BAP (mg/L)	AG3 (mg/L)
T1	0,20	0,50	---
T2	0,20	0,25	---
T3	0,10	0,50	---
T4	0,10	0,25	---
T5	---	0,50	0,20
T6	---	0,25	0,20
T7	---	0,50	0,10
T8	---	0,25	0,10
T9	---	0,50	---
T10	---	0,25	---

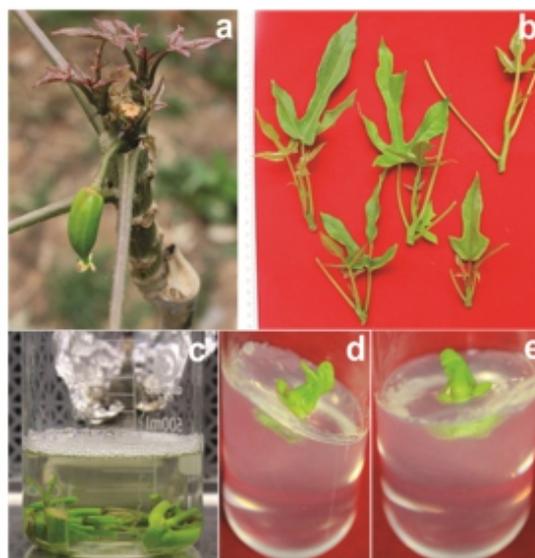
**Tabla 3.** Combinaciones de reguladores de crecimiento citocininas y giberelinas en los ensayos de propagación *in vitro* de *V. heilbornii*.

Tratamientos	Citocinina		Giberelina
	BAP (mg/L)	KIN (mg/L)	AG3 (mg/L)
T1	0,05	---	0,1
T2	0,05	---	0,2
T3	0,05	---	0,4
T4	0,05	---	1,0
T5	---	0,05	1,0

**Tabla 4.** Combinaciones de reguladores de crecimiento citocinina y auxina en los ensayos de propagación *in vitro* de *V. heilbornii*.

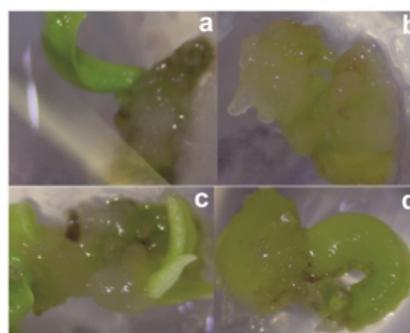
Tratamientos	Citocinina		Auxina
	BAP (mg/L)	2iP (mg/L)	AIA (mg/L)
T1	---	0,5	0,2
T2	---	1,0	0,2
T3	1,0	---	0,2
T4	2,0	---	0,2
T5	---	1,0	0,5
T6	---	2,0	0,5
T7	---	4,0	0,5
T8	---	8,0	0,5

## RESULTADOS

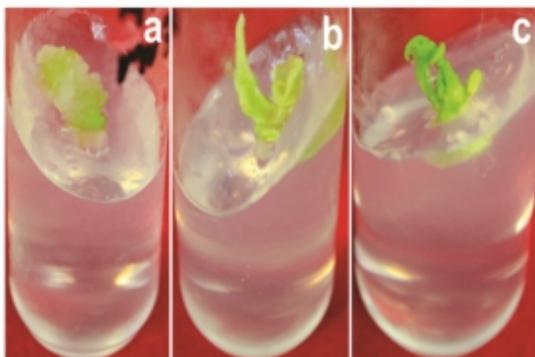


**Figura 1:** Establecimiento de yemas axilares de *V. x heilbornii*. a. Planta donadora de brotes. b. Secciones vegetativas de *V. x heilbornii*. c. Desinfección de secciones vegetativas. d y e. establecimiento *in vitro* de secciones vegetativas de *V. x heilbornii*.

Los ensayos de establecimiento de secciones vegetativas de plantas de *V. x heilbornii* (Figura 1 a, b y c) empleando cloruro de mercurio 0,1% por periodos de 10, 15 y 20 minutos, se registró la mortandad en su totalidad de las yemas axilares. En tanto, el empleo de lejía comercial al 10% (0,4% de hipoclorito de sodio) por 15 minutos ha sido la adecuada para el establecimiento *in vitro* de las yemas axilares de *V. heilbornii*, alcanzando un 90% de asepsia y supervivencia de las yemas axilares (Figura 1 d y e).

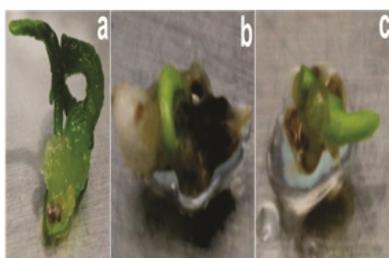


**Figura 2.** Ensayos de propagación *in vitro* de yemas axilares de *V. x heilbornii*. Empleando auxinas y citocininas. a. T1: 0,25 mg/L de ANA + 1,0 mg/L de BAP, b. T2: 0,50 mg/L de ANA + 1,0 mg/L de BAP, c. T3: 0,25 mg/L de AIA + 1,0 mg/L de BAP, d. T4: 0,50 mg/L de AIA + 1,0 mg/L de BAP.

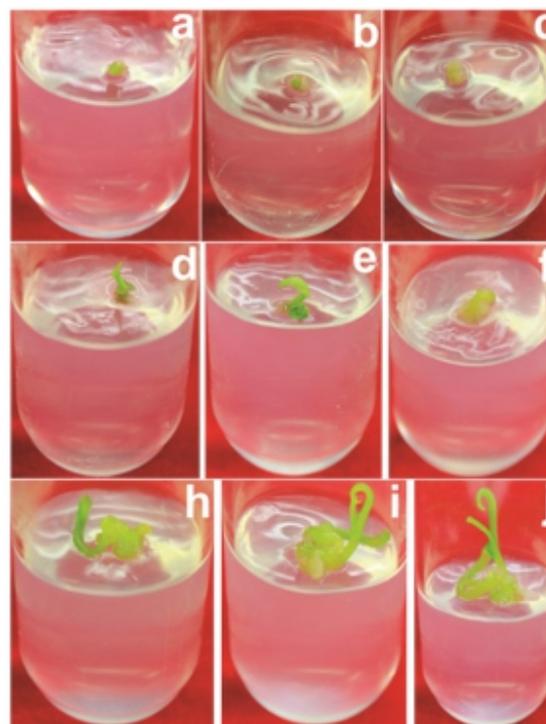


**Figura 3.** Ensayos de propagación in vitro de yemas axilares de babaco empleando auxinas, citocininas y giberelinas. a. T1: 0,2 mg/L de AIA + 0,5 mg/L de BAP, b. T4: 0,10 mg/L de AIA + 0,25 mg/L de BAP, c. T5: 0,2 mg/L de AG3 + 0,2 mg/L de BAP.

Los reguladores de crecimiento auxinas ANA y AIA (0,25 y 0,5 mg/L) y citocinina BAP 1 mg/L, a los 30 días de cultivo in vitro, se logró obtener una escasa respuesta morfológica en las yemas axilares de babaco, cuyos explantes posteriormente perdieron viabilidad (Figura 2a, b, c y d). Por otro lado, el empleo de reguladores de crecimiento como la auxina AIA, la citocinina BAP y la giberelina AG3, a los 30 días de cultivo in vitro, no se logró obtener respuesta morfológica en las yemas axilares de *V. x heilbornii*, sólo se registró la presencia de un callo friable (T1: 0,2 mg/L de AIA + 0,5 mg/L de BAP y T4: 0,10 mg/L de AIA + 0,25 mg/L de BAP:), y yema sin crecimiento y desarrollo (T5: 0,2 mg/L de AG3 + 0,2 mg/L de BAP) (Figura 3a, b y c). Todos los explantes posteriormente perdieron viabilidad. Los Tratamientos T2, T3, T6, T7, T8, T9 y T10 no prosperaron, perdiendo viabilidad a la segunda semana de cultivo in vitro. En tanto, el uso de reguladores de crecimiento citocininas BAP y KIN y la giberelina AG3, a los 28 días de cultivo in vitro, no se logró inducir respuesta organogénica en las yemas axilares de *V. heilbornii*.



**Figura 4.** Ensayos de propagación in vitro de yemas axilares de babaco empleando citocininas y giberelinas. a, b y c. T1: 0,05 mg/L de BAP + 0,1 mg/L de Ag3 (de izquierda a derecha: 14, 21 y 28 días de cultivo), d, e y f. T2: 0,05 mg/L de BAP + 0,2 mg/L de Ag3 (de izquierda a derecha: 14, 21 y 28 días de cultivo), g, h y i. T3: 0,05 mg/L de BAP + 0,4 mg/L de Ag3 (de izquierda a derecha: 14, 21 y 28 días de cultivo).



**Figura 5.** Ensayos de propagación in vitro de yemas axilares de babaco empleando auxinas y citocininas. a. T2: 0,2 mg/L de AIA + 1 mg/L de 2iP, b. T5: 0,5 mg/L de AIA + 1 mg/L de 2iP, c. T5: 0,5 mg/L de AIA + 2 mg/L de 2iP.

Los explantes progresivamente fueron desarrollando callo friable a los 14, 21 y 28 días de cultivo in vitro (Figura 4 a-j). Finalmente, el empleo de reguladores de crecimiento Auxina AIA (0,2 mg/L) y la citocinina 2iP (1 mg/L) a los 35 días de cultivo in vitro no se logró inducir respuesta organogénica en las yemas axilares de *V. x heilbornii*, registrando la formación de callo friable (Figura 5A). El empleo la auxina AIA (0,5 mg/L) y la citocinina 2iP (1 y 2 mg/L) a los 35 días de cultivo in vitro las yemas axilares no llegaron a formar callo friable, experimentando los explantes un ligero crecimiento y desarrollo de la yema axilar (Figura 5b y c).

#### IV. DISCUSIÓN

El uso de lejía comercial al 10% (0,4% de hipoclorito de sodio) más cloruro de mercurio 0,1% por 15 minutos ha sido adecuado para el establecimiento in vitro de las yemas axilares de *V. heilbornii*, alcanzando un 90% de asepsia y supervivencia de los explantes. Similares resultados fueron registrados por Guerrero et al (2016) quienes emplearon mayor concentración de hipoclorito de sodio (1,5%) por 10 minutos, más el uso de antibióticos gentamicina 50 mg/L y estreptomycinina 25 mg/L en el medio de cultivo, para el establecimiento de brotes de *V. x*

heilbornii. En la presente investigación, no fue necesario el uso de antibióticos en la asepsia de los explantes establecidos in vitro.

El empleo de reguladores de crecimiento auxinas ANA y AIA (0,25 y 0,5 mg/L) y citocinina BAP 1 mg/L, a los 30 días de cultivo in vitro, se logró obtener una escasa respuesta morfogénica en las yemas axilares de *V. x heilbornii*, cuyos explantes indujeron callo friable y posteriormente se fenolizaron y perdieron viabilidad (Figura 2a, b, c y d). Similares escasas respuestas morfogénicas en el género *Vasconcellea* fue obtenido por Jordan (2011), reportando la formación de múltiples brotes a partir de secciones nodales de *V. chilensis* utilizando Tidiazuron 3 mg/L más AIA 1 mg/L, los cuales posteriormente no prosperaron en el crecimiento y desarrollo; asimismo, los explantes de peciolo no mostraron una respuesta morfogénica, tornándose marrón en los tratamientos ensayados. En el presente trabajo, el empleo de auxinas, citocininas y giberelinas en segmentos nodales de tallo, indujeron escasos brotes, rodeados de callo friable (Figura 4a-j), los cuales posteriormente se tornaron marrón sin ninguna ruta de diferenciación hacia la formación de una plántula.

En la respuesta morfogénica in vitro del género *Vasconcellea* los reguladores de crecimiento utilizados han sido AIA 0,5 mg/L y AG3 0,1 mg/L en óvulos de *Carica pentagona* (*V. x heilbornii*) induciendo embriones somáticos (Vega de Rojas y Kitto, 1991), BAP0, 0,5-1 mg/L y AIA 0,5-1 mg/L en secciones de pedúnculos foliares *Carica pentagona* (*V. x heilbornii*) induciendo brotes adventicios (Vega de Rojas et al., 1993), ANA 0,1 mg/L y BAP 2 mg/L en embriones cigóticos de *V. stipulata*, induciendo brotes adventicios (Vélez-Mora et al., 2015). En el presente trabajo, el empleo la auxina AIA (0,5 mg/L) y la citocinina 2iP (1 y 2 mg/L) a los 35 días de cultivo in vitro las yemas axilares de *V. x heilbornii* no llegaron a desarrollar callo friable, experimentando los explantes un ligero crecimiento y desarrollo de la yema axilar (Figura 5b y c).

## V. CONCLUSIONES

Empleando lejía comercial al 10% (0,4% de hipoclorito de sodio) más cloruro de mercurio 0,1% por 15 minutos han sido los desinfectantes adecuados para el establecimiento in vitro de las yemas axilares de *V. heilbornii*, alcanzando un 90% de asepsia y supervivencia de los explantes.

La combinación de la auxina AIA 0,5 mg/L más la citocinina 2iP (1-2 mg/L) en el medio de cultivo basal MS, fueron las concentraciones adecuadas de reguladores de crecimiento para crecimiento y

desarrollo de la yema axilar sin formación de callo friables a los 35 días de cultivo in vitro.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dhuique-Mayer, C., Caro, Y., Pina, M., Ruales, J., Dornier, M. y Graille, J. (2001). Biocatalytic properties of lipase in crude latex from babaco fruit (*Carica pentagona*). *Biotechnology Letters*, 23(13): 1021-1024.
- Guerrero, M.J., Basantez, K., Gómez-Kosky, R., Bermúdez-Caraballosa, I. (2016). Establecimiento in vitro de brotes de *Vasconcellea x heilbornii* (Badillo) Badillo. *Biocología Vegetal*, 16(2): 67-72.
- Jordan, M. (2011). In vitro morphogenic responses of *Vasconcellea chilensis* Planch. Ex A. DC (Caricaceae). *Agronomía Colombiana*, 29(3): 481-485.
- Jordan, M., Vélez, D. y Armijos, R. (2009). Biotecnologías aplicables al desarrollo de algunas especies de Caricáceas cultivadas en la región Andina: avances y problemas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 3(1): 9–17.
- Kempler, C., Kabaluk, J.T. y Nelson, M. (1993). Greenhouse cultivation of babaco (*Carica x heilbornii* Badillo n.m. pentagona (Heilborn)): effect of media, container size, stem number, and plant density. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 21(1): 273-277.
- Murashige, T. y Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid grown and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiologia plantarum*, 15(3): 473–497.
- Scheldeman, X., Kyndt, T, D'Eeckenbrugge, G.C., Ming, R., Drew, R., Droogenbroeck, B.V., ... Moore, P.H. (2011). *Vasconcellea*. En Kole, C. (Ed.), *Wild crop relatives: genomic and breeding resources tropical and subtropical fruits* (213-249). Berlin, Alemania: Springer.
- Vega de Rojas, R.; Barberan, B.; Kitto, S.L. (1993). Shoot regeneration from peduncles and shoot-like regeneration from leaves of babaco, *Carica pentagona*. *Turrialba* 43(2): 93-99.
- Vega de Rojas, R. y Kitto, S.L. (1991). Regeneration of babaco (*Carica pentagona*) from

ovular callus. J. Amer. Soc. Hort. Sci.,  
116(4): 747-752.

Vélez-Mora, D.P., Armijos, R. y Jordán, M. (2015).  
Enhancement of germination,  
hyperhydricity control and in vitro shoot  
formation of *Vasconcellea stipulata*  
Badillo. Revista Colombiana de  
Biotecnología, 17(2): 16-21.

## Crecimiento y desarrollo foliar de plantas de alfalfa (*Medicago sativa* L.), inoculadas con cepas de *Rhizobium*, aisladas de pajuro (*Erythrina edulis*)

Ernestina R. Vásquez Castro<sup>1</sup>, Carlos E. Millones Chanamé<sup>2</sup>

### RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de evaluar el crecimiento, desarrollo foliar, nodular y radicular de plantas de alfalfa (*M. sativa* L.), inoculadas con cepas de *Rhizobium* aisladas de pajuro (*E. edulis*). Se recolectaron nódulos radiculares de *E. edulis*, las cuales se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2% por 15 minutos, posteriormente se aislaron 5 cepas de rizobios de *E. edulis* las cuales fueron inoculadas en alfalfa y soya. Los resultados mostraron que el empleo de hipoclorito de sodio al 2% por 15 minutos, fueron los adecuados para la asepsia de los nódulos radiculares de *E. edulis*. Las cinco cepas de *E. edulis* inoculadas en plantas de alfalfa cv. CUF, no mostraron capacidad para inducir nódulos radiculares, en tanto, la cepa ch-04-18 de *E. edulis* alcanzó a formar nódulo radicular a los 7 días de inoculados, pudiendo ser considerada la soya una NOD+ frente a la cepa ch-04-18.

**Palabras clave:** *Erythrina edulis*, *Medicago sativa*, *Rhizobium*, inoculación.

### ABSTRACT

The present investigation was carried out with the objective of evaluating the growth, foliar, nodular and radicular development of alfalfa plants (*M. sativa* L.), inoculated with strains of *Rhizobium* isolated from pajuro (*E. edulis*). Radicular nodules of *E. edulis* were collected, which were disinfected with 2% sodium hypochlorite for 15 minutes, then 5 strains of rizobio of *E. edulis* were isolated which were inoculated in alfalfa and soybean. The results showed that the use of 2% sodium hypochlorite for 15 minutes was adequate for the asepsis of the radicular nodules of *E. edulis*. The five strains of *E. edulis* inoculated in alfalfa plants cv. CUF, showed no ability to induce root nodules, while the ch-04-18 strain of *E. edulis* reached to form a root nodule 7 days after inoculation, and soybean could be considered a NOD+ against strain ch-04-18.

**Keywords:** *Erythrina edulis*, *Medicago sativa*, *Rhizobium*, inoculation.

<sup>1</sup>Master en Ciencias, Microbióloga, Profesora Auxiliar, Departamento Académico de Biología y Química, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), e-mail: [ernestina.vasquez@untrm.edu.pe](mailto:ernestina.vasquez@untrm.edu.pe)

<sup>2</sup> Dr. En Genética y Mejoramiento de Plantas, Profesor Principal, Departamento Académico de Biología y Química, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), e-mail: [carlos.millones@untrm.edu.pe](mailto:carlos.millones@untrm.edu.pe)

## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura en el Perú desafía diferentes problemas, siendo uno de los principales los relacionados con la carencia de tecnologías de producción eficientes y de variedades altamente productivas, según el Sistema Integrado de Estadística Agraria SIEA de la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas de la Dirección Estadística Agraria, señala a Amazonas con uno de los departamentos con un menor rango de producción de alfalfa, menor a 4000 TN. (Boletín estadístico de producción agrícola, pecuaria y avícola. Ministerio de Agricultura y Riego, 2016).

Vásquez y Guevara (2016) aislaron y caracterizaron cepas de *Rhizobium*, aisladas de pajuro, de dos distritos de la región Amazonas, determinando que el promedio de los nódulos aislados de los sistemas radiculares varía entre 6 a 10 mm, presentando además un color rojo intenso, los cuales, según López-Alcocer et al (2017) corresponden a las líneas de *Rhizobium* más eficientes en la fijación del nitrógeno. No obstante, estos estudios no evaluaron la efectividad de dichas cepas como promotoras de crecimiento vegetal.

A nivel de Latinoamérica se han realizado diversos estudios para mejorar el rendimiento en la producción de alfalfa; Yungán y Gonzalo (2013) reportaron que el mejor tratamiento para la producción de alfalfa fue la combinación de *Rhizobium meliloti* (500 g/ha) con estiércol de cuy (20 tn/ha). Además, con la finalidad de buscar mejoras en el desarrollo y el valor nutritivo de la alfalfa, Martínez et al. (2016) emplearon para su inoculación dos especies bacterianas diferentes a rizobios (i.e., *Ensifer meliloti* y *Halomonas maura*), logrando mejorar su cultivo en condiciones de salinidad aumentando su composición nutricional y funcional.

En Perú, estudios previos evaluaron el efecto de los niveles de microorganismos eficaces como alternativa de fertilización en el manejo del cultivo de la alfalfa en condiciones agroecológicas de Andabamba-Huánuco, encontrando efecto significativo en relación a la altura de la planta, número de tallos por metro cuadrado, peso de forraje verde, materia seca y rendimiento, (Castillo y Sánchez, 2014). Sin embargo, las cepas empleadas en dichos estudios han provenido de leguminosas diferentes al pajuro. En tal sentido, la presente investigación tuvo como objetivo Evaluar el crecimiento, desarrollo foliar, nodular y radicular de plantas de alfalfa (*M.sativa* L.), inoculadas con cepas de *Rhizobium* aisladas de pajuro (*E. edulis*).

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Se recolectaron muestras de nódulos de plantas de pajuro (*E. edulis*) del distrito de Chachapoyas, eligiendo la planta con buena vigorosidad y sanidad. Se utilizó una lampa para extraer las raíces y se recolectaron alrededor de 20 nódulos, los cuales fueron conservados en bolsas tipo Ziploc y colocados en refrigeración para su posterior uso en los ensayos correspondientes.

Los nódulos colectados se hidrataron, hasta que alcanzar turgencia; posteriormente se desinfectaron con alcohol 70° por un minuto; luego en hipoclorito de sodio al 2% por 4 minutos; finalmente se enjuagó por 5 veces con agua destilada estéril hasta eliminar por completo los residuos de hipoclorito de sodio. Esterilizados los nódulos, estos fueron macerados y se sembrados en placas Petri con medio Levadura Manitol Agar (LMA) más rojo congo, en estrías paralelas, sembradas las placas se incubarán a 28 °C por espacio de 2 a 7 días hasta observar crecimiento bacteriano. Posteriormente se realizaron las pruebas de caracterización cultural y bioquímica de las cepas de *Rhizobium* adaptando la metodología de Vásquez y Guevara (2014).

Las cepas de *Rhizobium* se inocularon en un matraz Erlenmeyer de 250 mL conteniendo medio de cultivo líquido Extracto de Levadura Manitol (ELM), pH 7 y se incubarán con agitación constante por 24 h a 30°C a 250 rpm. Transcurrido el tiempo de incubación, los cultivos se ajustaron a crecimiento de: 1 x 10<sup>5</sup> UFC/mL, 1 x 10<sup>7</sup> UFC/mL y 1 x 10<sup>9</sup> UFC/mL, respectivamente. La inoculación de las cepas se hará al momento de la siembra y consistirá en aplicar 1 mL de inóculo por plántula de alfalfa (Granda et al., 2016).

**Inoculación *in vitro*.**- Semillas de alfalfa cv. CUF fueron sembradas en medio basal y vitaminas MS, suplementado con sacarosa 3%, myo-inositol 100mg/L y solidificado con 0,7% de agar-agar. Fueron colocados 50 mL en contenedores, y autoclavados a 121°C por 15 minutos. Las semillas de alfalfa cv. CUF fueron lavadas y desinfectadas con lejía comercial al 10% (0,4 % de hipoclorito de sodio), luego enjuagadas con agua destilada estéril hasta remover por completos los restos de lejía. Las semillas fueron colocadas en los recipientes con el medio de cultivo y fueron incubadas en ambiente a 24 ± 2°C, y fotoperiodo de 16/8. Germinadas las semillas se inoculó las plántulas con 1 mL del inóculo correspondiente. Se realizó las evaluaciones a los 7 días posteriores a la inoculación.

**Inoculación en sustrato PROMIX.**- Semillas de alfalfa cv. CUF fueron sembradas en macetas de

plástico que contenían sustrato PROMIX a capacidad de campo, y estas colocadas en ambiente a  $24 \pm 2^\circ\text{C}$ , y fotoperiodo de 16/8. Germinadas las semillas se inoculó las plántulas con 1 mL de inóculo correspondiente. Se realizó las evaluaciones a los 7 días posteriores a la inoculación. Similar procedimiento se realizó para la inoculación de plántulas de soya.

III. RESULTADOS

Se recolectaron nódulos radiculares de plantas de pajuro (*Erythrina edulis*) de huertos del distrito de Chachapoyas, seleccionando aquellas de mejor aspecto, vigorosidad y sanidad (Figura 1a-c). Los nódulos colectados registraron un diámetro promedio de  $10,2 \pm 2,3$  mm y un peso promedio de  $290 \pm 130$  mg.

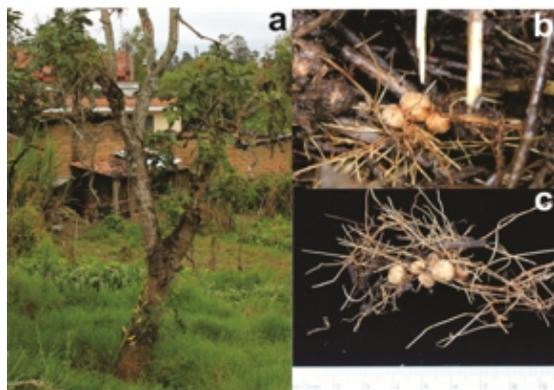


Figura 1. Recolección de nódulos radiculares de *Erythrina edulis*. a. Planta de *E. edulis* donadora de nódulos radiculares. b y c. Nódulos radiculares de *E. edulis*.

El empleo de hipoclorito de sodio al 2% por 4 minutos, fue la concentración y periodo adecuado para eliminar los microorganismos de la cubierta de los nódulos radiculares (Figura 2a), permitiendo realizar el aislamiento de las cepas de los nódulos de pajuro.



Figura 2. Aislamiento de cepas de pajuro (*Erythrina edulis*). a. Desinfección de nódulos radiculares de *E. edulis*. b. aislamiento de cepas de nódulos radiculares de *E. edulis*. c. Identificación de cepas del género *Rhizobium*. d. Pruebas bioquímicas de aislamientos de nódulos radiculares de *E. edulis*.

En la presente investigación se aislaron cinco cepas de *Rhizobium* a partir de nódulos radiculares de pajuro, registrando todas ellas características

morfológicas como crecimiento abundante, de color opaco, producción de abundante mucilago, bordes regulares, forma del bacilo corto delgado y gram (-) (Tabla 1, Figura 2b-d).

Tabla 1. Características morfológicas de las cepas aisladas de nódulos radiculares de *E. edulis* en medio ALM-RC

Nº cepa	Crecimiento	color	producción de mucilago	bordes	forma	función
ch-01-18	(+++)	opaco	(+++)	Regular	bacilo o corto delgado	Gramnegat
ch-02-18	(+++)	opaco	(+++)	Regular	bacilo o corto delgado	Gramnegat
ch-03-18	(+++)	opaco	(+++)	Regular	bacilo o corto delgado	Gramnegat
ch-04-18	(+++)	opaco	(+++)	Regular	bacilo o corto delgado	Gramnegat
ch-05-18	(+++)	opaco	(+++)	Regular	bacilo o corto delgado	Gramnegat

(+) ligero (++) moderado (+++) abundante

Las pruebas bioquímicas de las cinco cepas aisladas en la presente investigación se caracterizaron porque las cepas crecieron en abundancia en el medio ALM-RC sin absorción del colorante rojo congo, crecimiento ligero en el medio APG-PBC, producción de ketolasa negativo y crecimiento ligero en medio ALM-AB (Tabla 2).

Tabla 2. Pruebas bioquímicas de las cepas aisladas de nódulos radiculares de *E. edulis*.

Nº cepa	ALM-RC	APG-PBC	Producción de Ketolasa
ch-01-18	(+++)	(+)	negativo
ch-02-18	(+++)	(+)	negativo
ch-03-18	(+++)	(+)	negativo
ch-04-18	(+++)	(+)	negativo
ch-05-18	(+++)	(+)	negativo

(+) ligero (++) moderado (+++) abundante

Las cepas ch-01-18 y ch-05-18 mostraron similar crecimiento abundante en pH 5.5, 6.8 y temperatura de  $28^\circ\text{C}$ , ligero crecimiento en concentración de NaCl 1%, pH 9.0 y temperatura de  $10^\circ\text{C}$ , ausencia de crecimiento en concentración de NaCl 2% y temperatura de  $37^\circ\text{C}$  (Tabla 3). La cepa ch-02-18, registró sólo abundante crecimiento a temperatura de  $28^\circ\text{C}$ , crecimiento moderado a pH 6.8, ligero crecimiento en concentración de NaCl 1%, 2%, pH 5.5, 9.0, y temperatura de  $10^\circ\text{C}$ , ausencia de crecimiento a temperatura de  $37^\circ\text{C}$ . La cepa ch-03-18 se caracterizó por tener un crecimiento abundante en concentración de NaCl 1% y 2%, en los tres niveles de pH (5.5, 6.8 y 9.0) y temperatura de  $28^\circ\text{C}$ , ligero crecimiento a temperaturas de  $10^\circ\text{C}$  y  $37^\circ\text{C}$ . La cepa ch-04-18 se caracterizó por presentar abundante crecimiento en NaCl 1%, pH 5.5 y 6.8 y a temperatura de  $28^\circ\text{C}$ , ligero crecimiento en pH 9.0, temperatura de  $10^\circ\text{C}$  y ausencia de crecimiento en NaCl 1% y temperatura de  $37^\circ\text{C}$ .

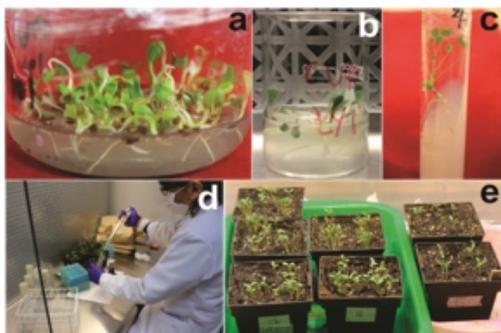
Tabla 3. Desarrollo de las cepas aisladas en ALM a diferentes concentraciones de NaCl, pH y temperatura de incubación.

Nº cepa	Concentración de NaCl		pH			Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )		
	1%	2%	5.5	6.8	9.0	10	28	37
ch-01-18	(+)	(-)	(+++)	(+++)	(+)	(+)	(+++)	(-)
ch-02-18	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+++)	(-)
ch-03-18	(+++)	(+++)	(+++)	(+++)	(+)	(+)	(+++)	(+)
ch-04-18	(+++)	(-)	(+++)	(+++)	(+)	(+)	(+++)	(-)
ch-05-18	(+)	(-)	(+++)	(+++)	(+)	(+)	(+++)	(-)

(-) negativo (+) ligero (++) moderado (+++) abundante

Las inoculaciones de las cinco cepas de *E. edulis* aisladas no mostraron capacidad para inducir nódulos radiculares en plántulas de alfalfa cv. CUF, tanto en la inoculación in vitro (Figura 3a-c), como en la

inoculación realizada en sustrato PROMIX (Figura 3d-e).



**Figura 3.** Ensayos de inoculación de cepas de pajuro (*Erythrina edulis*) en plántulas de alfalfa. **Inoculación in vitro:** a. Germinación *in vitro* de semillas de alfalfa cv. CUF. b. Inmersión de plántulas de alfalfa germinadas *in vitro* en soluciones con cepas de *E. edulis*. c. Crecimiento de plántula de alfalfa inoculada con cepas de pajuro, no registrando la nodulación en raíces. **Inoculación en sustrato PROMIX:** d. Inoculación de cepas en plántulas germinadas de alfalfa cv. CUF. e. Crecimiento y desarrollo de plántulas de alfalfa cv. CUF.

Las inoculaciones de las cinco cepas de *E. edulis* aisladas mostraron una escasa capacidad para inducir nódulos radiculares en plántulas de soya (10%), germinadas en sustrato PROMIX (Figura 4a-b), siendo la cepa ch-04-18 la que alcanzó formar nódulo a los 7 días de inoculados, induciendo dos nódulos (Figura 4c).



**Figura 4.** Ensayos de inoculación de cepas de pajuro (*Erythrina edulis*) en plántulas de soya. a. Siembra de semillas de soya en sustrato promix. b. Emergencia de plántulas de soya inoculadas con cepas de *E. edulis*. c. Inicio de formación de nódulos radiculares en plantas de soya inoculadas con cepas de *E. edulis*.

#### IV. DISCUSIÓN

Los nódulos colectados registraron un diámetro promedio de  $10,2 \pm 2,3$  mm y un peso promedio de  $290 \pm 130$  mg, parámetros mayores a los registrados por Vásquez y Guevara (2016) (diámetro 6,62 mm y peso de 79,29 mg) en la localidad de Chachapoyas

En la presente investigación se aislaron cinco cepas de Rhizobium a partir de nódulos radiculares de pajuro, registrando todas ellas características morfológicas como crecimiento abundante, de color opaco, producción de abundante mucílago, bordes regulares, forma del bacilo corto delgado y gram (-) (Tabla1). Vásquez y Guevara (2015), reportaron similares características morfológicas en 11 cepas de pajuro a las halladas en la presente investigación,

como alta velocidad de crecimiento, colonias grandes, translúcidas y gomosas, bacilos gram (-) finos y esporulados.

Las pruebas bioquímicas de las cinco cepas aisladas en la presente investigación se caracterizaron porque las cepas crecieron en abundancia en el medio ALM-RC sin absorción del colorante rojo congo, crecimiento ligero en el medio APG-PBC, producción de ketolasa negativo y crecimiento ligero en medio ALM-AB (Tabla 2). Vásquez y Guevara (2015), aislaron cepas de pajuro sin absorción del colorante rojo congo, característica de las cepas de Rhizobium; asimismo, las cepas mostraron reacción negativa de la enzima ketolactasa, también característica bioquímica de las cepas de Rhizobium.

Vásquez y Guevara (2015), indican que el desarrollo de cepas en concentraciones de NaCl 1% y 2% obtuvieron crecimiento moderado en ambas concentraciones, similar crecimiento fue registrado en el presente estudio en la cepa ch-02-18, en tanto, la cepa ch-03-18 mostró un crecimiento abundante en ambas concentraciones de NaCl; Vásquez y Guevara (2015) registraron que a pH 6.8 y 9.0 se obtiene un crecimiento óptimo, similar resultado al registrado en la cepa ch-03-18, el resto de cepas mostraron un ligero crecimiento a pH 9.0; c Vásquez y Guevara (2015) reportaron que en temperaturas de 28°C y 36°C las cepas mostraron un mejor crecimiento, no obteniendo crecimiento cuando fueron cultivadas a temperatura de 10°C, en el presente estudio las cinco cepas mostraron un abundante crecimiento cuando fueron cultivadas a 28°C, no en tanto, mostraron ausencia de crecimiento a 37°C a excepción de la cepa ch-03-18 que registró un ligero crecimiento, asimismo, las cinco cepas mostraron ligero crecimiento cuando fueron cultivadas a 10°C.

Moreno-Chirinos et al (2016) reportaron que en la autenticación de 50 cultivos evaluados, sólo 20 cultivos formaron nódulos en simbiosis con *P. sativum* var. Selección Junín considerándolos NOD+, mientras que el resto de cultivos no formaron nódulos, considerándolos NOD-. En la presente investigación, las inoculaciones realizadas con las cinco cepas de *E. edulis* aisladas no mostraron capacidad para inducir nódulos radiculares en plántulas de alfalfa cv. CUF, tanto en la inoculación in vitro (Figura 3a-c), como en la inoculación realizada en sustrato PROMIX (Figura 3d-e), pudiendo considerar que las plantas de alfalfa cv. CUF, son NOD- frente a las cepas de *E. edulis*. En tanto, las plantas de soya son NOD+ frente a la cepa ch-04-18 de *E. edulis*, pero con una baja frecuencia de raíces noduladas (Figura 4c).

## V. CONCLUSIONES

El empleo de 2% de hipoclorito de sodio por 4 minutos, fueron los parámetros adecuados para eliminar los microorganismos de la cubierta de los nódulos radiculares de *E. edulis*.

Se aislaron cinco cepas de *Rhizobium* a partir de nódulos radiculares de *E. edulis*, registrando todas ellas características morfológicas como crecimiento abundante, de color opaco, producción de abundante mucílago, bordes regulares, forma del bacilo corto delgado y gram (-).

Las cinco cepas de *E. edulis* aisladas no mostraron capacidad para inducir nódulos radiculares en plántulas de alfalfa cv. CUF, tanto en la inoculación *in vitro*, como en la inoculación realizada en sustrato PROMIX. pudiendo ser considerada la alfalfa una NOD- frente a las cepas de rizobio de *E. edulis*.

La cepa ch-04-18 de *E. edulis* aislada mostró escasa capacidad para inducir nódulos radiculares en plántulas de soya (10%), germinadas en sustrato PROMIX (Figura 4a-b), alcanzando a formar nódulo a los 7 días de inoculados, pudiendo ser considerada la soya una NOD+ frente a la cepa ch-04-18.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boletín estadístico de Producción agrícola, pecuaria y avícola. Ministerio de Agricultura y Riego. 2016.
- Castillo Gibaja, W. N., & Sánchez Casimiro, Y. (2014). Niveles de microorganismos eficaces y bioabonos en el rendimiento del cultivo de alfalfa (medicago sativa l.), en condiciones agroecológicas de Andabamba-Huánuco 2014. Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Delgado Enguita, I., Núñez Seoane, E., Muñoz Pérez, F., & Andueza Urra, J. D. (2015). Cómo maximizar el cultivo de la alfalfa.
- López-Alcocer, J. D. J., Lépiz-Ildelfonso, R., González-Eguiarte, D. R., Rodríguez-Macias, R., López-Alcocer, E., & Olalde-Portugal, V. (2017). Caracterización morfológica y bioquímica de cepas de *Rhizobium* colectadas en frijol común silvestre y domesticado. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 40(1), 73-81.
- Pérez, A., Grisales, T., & Fuentes, J. (2011). Determinación de morfotipos nativos de *Rhizobium* asociados a la leguminosa *Teramnus volubilis* Sw en fincas ganaderas del municipio de Tolú en el departamento del Sucre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 3(1), 62-89.
- Martínez, R., Kapravelou, G., Porres, J. M., Melesio, A. M., Heras, L., Cantarero, S., ... & López-Jurado, M. (2016). Medicago sativa L., a functional food to relieve hypertension and metabolic disorders in a spontaneously hypertensive rat model. *Journal of Functional Foods*, 26, 470-484.
- Moreno-Chirinos, A.E., Valdez-Nuñez, R.A., Soriano-Bernilla, B.S., Ruesta-Campoverde, N.A. (2016). Eficiencia en la nodulación de rizobios nativos, procedentes de nódulos de *Pisum sativum* "arveja" colectados de diferentes departamentos del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 7, 165-172.
- Yungán, A., & Gonzalo, R. (2013). Efecto de la Aplicación de Diferentes Niveles de Bacterias *Rhizobium Meliloti* con la Adición de Estiercol de Cuy en la Producción Forrajera del Medicago Sativa.(Alfalfa) (Bachelor's thesis).
- Vásquez-Castro, E., Guevara, Z. R. (2014). Aislamiento y caracterización de cepas de *Rhizobium* de pajuro (*Erythrina edulis*). *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(1).

**“Impacto en la calidad del agua del colector “Santa Lucía” ocasionado por los efluentes del camal municipal de Chachapoyas-2018”****“Impact on the water quality of the "Santa Lucía" collector caused by the effluents of the Chachapoyas Amazonas municipal camal-2018”**Sonia Edith Sánchez Díaz<sup>1</sup>, Génesis Abigail Quispe Sandoval<sup>2</sup>**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar el impacto en la calidad del agua del colector “Santa Lucía” ocasionado por los efluentes del camal municipal de Chachapoyas durante el año 2018. Se realizaron trabajos directos en el camal y el colector Santa Lucía durante tres meses; el cual se caracterizó los efluentes del camal municipal y del colector Santa Lucía antes y después del vertimiento. Según resultado de los nueve parámetros se tiene los promedios de: Temperatura (°C) 16,5; 15,8 y 15,9 en el camal municipal (CM), colector Santa Lucía antes del vertimiento (CSLA) y Colector Santa Lucía después del vertimiento (CSLD) respectivamente; Turbidez (UNT) 1781; 241 y 1072; SST (mg/L) 1 686, 352 y 850; OD (mg/L) 5,19; 4,05 y 4,06; DBO-5 (mg/L) 264,97; 249,05; 258,20; y el pH 7,692; 7,617 y 7,745 en el CM, CSLA y CSLD respectivamente. Los efluentes del camal municipal son eliminados directamente al colector Santa Lucía y por ende al río Sonche, ocasionando un impacto negativo en las aguas del mismo, degradando la corriente de agua debido a que sus valores están fuera de los estándares de calidad ambiental (ECA) y los LMP para las descargas al sistema de alcantarillado.

**Palabras clave:** Calidad del agua; análisis físico, químico y microbiológico; efluentes del camal municipal.

**ABSTRACT**

The objective of this research work was to determine the impact on the water quality of the "Santa Lucía" collector caused by the effluents of the municipal camal – Chachapoyas, during the year 2018. Direct work was carried out in the Santa Lucía camal and collector for three months; which was characterized the effluents of the municipal camal and the Santa Lucia collector before and after the shedding. According to the result of the nine parameters, the averages are: Temperature (° C) 16.5; 15.8 and 15.9 in the municipal camal (CM), collector Santa Lucia before the discharge (CSLA) and collector Santa Lucia after the discharge (CSLD) respectively; Turbidity (UNT) 1781; 241 and 1072; SST (mg/L) 1 686, 352 and 850; OD (mg/L) 5.19; 4.05 and 4.06; BOD-5 (mg/L) 264.97; 249.05; 258.20; and the pH 7.692; 7,617 and 7,745 in the CM, CSLA and CSLD respectively. Effluents from the municipal camal are eliminated directly to the Santa Lucia collector and therefore to the Sonche river, causing a negative impact on its waters, degrading the water flow due to the fact that its values are outside the environmental quality standards (ECA) and the LMP for discharges to the sewer system.

**Keywords:** Water quality; physical, chemical and microbiological analysis; effluents from the municipal camal.

<sup>1</sup> Docente de la Facultad de Educación y Ciencias de la Comunicación de la UNTRM.. E-mail: [nonait@hotmail.com](mailto:nonait@hotmail.com).

<sup>2</sup> Bióloga Microbióloga, analista egresada de la UNPRG. E-mail: [genesis\\_1649@hotmail.com](mailto:genesis_1649@hotmail.com)

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, en el camal municipal de Chachapoyas se vienen sacrificando un promedio 27 animales diariamente entre ganado vacuno, porcino entre otros, los desechos sólidos y los efluentes líquidos son desechados al medio ambiente sin ningún control. En el caso de los efluentes líquidos con algunos sólidos son desechados a la red de alcantarillado, estos al colector Santa Lucía y enviados al río Sonche, sin criterio alguno de efecto ambiental de contaminación.

El presente proyecto tiende a determinar el impacto de la inadecuada disposición de los efluentes del camal municipal de Chachapoyas sobre la calidad del agua del colector “Santa Lucía” en base a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Como es sabido el agua es un elemento vital para muchas actividades y cada vez es más insuficiente (UNESCO 2003). El vertimiento de 930 m<sup>3</sup> (Sánchez 2017) de residuos del camal municipal sin manejo adecuado es un problema ambiental en la ciudad de Chachapoyas causando alteración en la calidad del agua del colector y por ende la del río Sonche, con consecuencias en la vida de los pobladores y sus actividades, y deterioro del medio ambiente (recurso hídrico) de la quebrada por no contar con disposiciones de estos desechos. Debido al gran número de contaminantes de los desechos del matadero es indispensable conocer las características físicas, químicas y microbiológicas de los efluentes del camal municipal.

Esta realidad es similar en todos los camales o mataderos a nivel nacional. Debido a que no se aplica el reglamento sanitario del faenado de animales de abasto (SENASA, 2010). La evaluación de la calidad del agua del colector Santa Lucía ocasionado por los efluentes del camal municipal permitirá ser base para la toma de decisiones por parte de las entidades competentes (municipalidad, gobierno regional, UNTRM, entre otras) implementen una serie de técnicas de medida de producción más limpia (PML) y prácticas sencillas en el proceso de producción de carnes de vacuno y porcino (Salas, 2008) reduciendo la contaminación ambiental y permitiendo el aprovechamiento total de subproductos, fomentando el empleo.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### 1.1. Objeto de estudio

#### *Desechos de mataderos*

Son residuos que se generaron en el camal municipal de Chachapoyas a partir del sacrificio de los animales (ganado ovino y porcino).

Caracterización de los efluentes del camal municipal de Chachapoyas

Estos residuos están constituidos por una elevada carga orgánica, tanto disuelta como en suspensión como la sangre, estiércol, uñas, restos de pelos, contenido rumial, pelusa, lavaza, residuos de carne y grasas, etc. también contiene ácidos orgánicos volátiles, aminas y otros compuestos orgánicos nitrogenados

Efluentes líquidos del matadero

Los residuos, casi en su totalidad se han combinado y disuelto con las aguas a las cuales son vertidas directamente al colector Santa Lucía y de esta al río Sonche. Tales desechos son en una producción anual de 635 TN del camal de Chachapoyas.

Parámetros físico, químico y microbiológico del agua que se consideró en el presente proyecto: Oxígeno Disuelto (OD), Potencial de Hidrógeno (pH), Turbidez o Turbiedad, SST, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Coliformes totales, coliformes fecales

### 1.2. Diseño de Investigación

Diseño descriptivo de campo (Ostle 1973). Los efluentes del camal municipal tienen una composición físico, química y microbiología definida con índices de contaminación que fue necesario identificar para predecir sus efectos posibles en la población de la ciudad de Chachapoyas.

### 1.3. Población, Muestra y Muestreo

El universo estuvo conformado por los efluentes del camal municipal de Chachapoyas y las aguas residuales del colector Santa Lucía;

Las muestras se realizaron en 14 semanas, una vez a la semana en días diversos cada semana tres muestras al día en los dos puntos de muestreo: Camal y colector.

### 1.4. Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento

Caracterización de los efluentes.

Se tomaron las muestras en los puntos de muestreo: Camal y Colector, y los análisis del proyecto en estudio se realizó en el Laboratorio aguas y Suelos del INDES-CES, de la UNTRM.

### Muestreo

Toma de muestra según la ISO 17604.

Lugar.- La recolección de muestras se realizó: en el camal municipal y en el colector Santa Lucía de la ciudad de Chachapoyas.

Fases de toma de muestra.- En la desembocadura a la red y en la salida del colector.

Frecuencia de muestreo.- (Muestreo intencional) Tres veces al día, en un día diferente de la semana durante 14 semanas, haciendo un total de 42 muestras por puntos de muestreo.

Recolección de muestra.- Las técnicas e instrumentos de la recolección fueron de acuerdo a las establecidas en las técnicas de recolección.

Se utilizó las técnicas de asepsia durante el muestreo, como la limpieza de calzado, ropa protectora como mascarillas, guantes, mesa de trabajo.

Para el análisis, se utilizó el frasco de vidrio con tapa rosca, la misma que se llenó con la muestra, para llenar el frasco con la muestra, se sostuvo el frasco por la parte inferior y se sumergió hasta una profundidad de aproximadamente 20 cm, con la boca del frasco ligeramente hacia arriba. En el caso del colector, se colocó la boca del frasco en sentido contrario a la corriente del agua.

Preservación de las muestras.- La muestra se transportó al laboratorio lo antes posible. El tiempo límite entre el muestreo y el inicio del examen fue de 30 minutos a 24 horas (según norma de preservación de muestra (hasta 30 horas).

Las muestras se transportaron en condiciones de refrigeración (4-10°C), en cajas que las conservaron en este rango de temperatura, hasta en inicio del examen.

Se determinó los parámetros: temperatura (T°) (in situ), Oxígeno disuelto (OD), DQO, DBO, Sólidos suspendidos totales (SST), pH (in situ), coliformes totales y termotolerantes, utilizando diferente método para cada parámetro, según disposición del laboratorio de suelos y aguas del INDES-CES de la UNTRM (LABISAG) y es el que indica en la tabla anterior.

### III. RESULTADOS

**Tabla 1:** promedio de los parámetros de los efluentes líquidos - camal municipal

PARAMETROS		Unidades	Valor
Parámetros físicos	Temperatura	°C	16.5
	Turbidez	Color a escala UNT	1782
	SST	mg/L	1,686
Parámetros químicos	OD	mg/L	5.19
	DQO	mg/L	373.1
	DBO5	mg/L	264.97
	pH	unidad	7.692
Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	NMP/100 mL	> 160000
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	> 160000

En la tabla 1, están indicados los promedios, según sus unidades, de los diversos parámetros de los efluentes líquidos del camal municipal de la ciudad de Chachapoyas, en el año 2018.

En ella se aprecia que de los efluentes que salen del camal municipal, la temperatura promedio es de 16,5 °C; la turbidez de 1782 UNT; Sólidos suspendidos totales (SST) de 1,686 mg/L; Oxígeno Disuelto (OD) 5,19 mg/L; Demanda Química de Oxígeno (DQO) 373,1 mg/L; Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-5) 264,97 mg/L; pH de 7,692; Coliformes Totales de NMP/100 mL mayor a 160 000, de igual número de Coliformes fecales.

En la tabla 2, están indicados los promedios, según sus unidades, de los diversos parámetros de los efluentes líquidos del colector Santa Lucía antes del camal municipal de la ciudad de Chachapoyas en el año 2018.

PARAMETRO	METODO
pH	Método 4500-H, APHA. AWWA.WPFC
T°	Método 2550-B, APHA. AWWA.WPFC
Turbidez	Método 180-I, EPHA.
Oxígeno disuelto (OD)	Método 4500-O.G, APHA. AWWA.WPFC
Sólidos suspendidos totales (SST)	Método 2540-B, APHA. AWWA.WPFC
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-5)	Método 8043, HACH. Dilución
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Método 8000, HACH. Dilución de reactor
Coliformes Totales	Técnica Estandarizada de Fermentación en Tubo Múltiple (NMP) de CT
Coliformes fecales	Método 9221-C, APHA. AWWA.WPFC. Procedimiento NMP para CF

**Tabla 2:** Promedios de los parámetros de los efluentes líquidos - colector Santa Lucía (antes del camal)

PARAMETROS		Unidades	Valor
Parámetros físicos	Temperatura	°C	15.8
	Turbidez	Color a escala UNT	241
	SST	mg/L	0.352
Parámetros químicos	OD	mg/L	4.05
	DQO	mg/L	
	DBO5	mg/L	249.05
	pH	Unidad	7.617
Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	NMP/100 mL	> 160000
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	> 160000

En esta tabla se aprecia que la temperatura promedio es de 15,8 °C; la turbidez de 241 UNT; Sólidos suspendidos totales (SST) de 0,116 mg/L; Oxígeno Disuelto (OD) 4,05 mg/L; Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-5) 249,05 mg/L; pH de 7,617;

Coliformes Totales de NMP mayor a 160 000, de igual número de Coliformes fecales.

Tabla 3: Promedio de los parámetros de los efluentes líquidos –colector Santa Lucía (después del camal)

En la tabla 3, están indicados los promedios, según sus unidades, de los diversos parámetros de los efluentes líquidos del colector Santa Lucía después de recibir los efluentes del camal municipal de la ciudad de Chachapoyas, en el año 2018. En ella se aprecia que la temperatura promedio es de 15,9 °C; la turbidez de 1072 UNT; Sólidos suspendidos totales (SST) de 0,850 mg/L; Oxígeno Disuelto (OD) 4,06 mg/L; Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-5) 258,2 mg/L; pH de 7,745; Coliformes Totales de NMP mayor a 160 000, de igual número de Coliformes fecales.

PARAMETROS		Unidades	Valor
Parámetros físicos	Temperatura	°C	15.9
	Turbidez	Color a escala UNT	1072
	SST	mg/L	0.850
Parámetros químicos	OD	mg/L	4.06
	DQO	mg/L	
	DBO5	mg/L	258.20
	pH	Unidad	7.745
Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	NMP/100 mL	> 160000
	Coliformes fecales	NMP/100 mL	> 160000

Tabla 4.1 Comparación de los promedios de los parámetros en los tres puntos de muestreo

PARAMETROS		Unidades	CM	CSL A	CSL D
Parámetros físicos	Temperatura	°C	16.5	15.8	15.9
	Turbidez	Color a escala UNT	1782	241	1072
	SST	mg/L	1.688	0.352	0.850
Parámetros químicos	OD	mg/L	5.19	4.05	4.06
	DQO	mg/L	373.1		
	DBO5	mg/L	264.97	249.05	258.20
	pH	Unidad	7.692	7.617	7.745
Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	NMP/100 mL	> 160000	> 160000	> 160000
	Coliformes Fecales	NMP/100 mL	> 160000	> 160000	> 160000

En la tabla 4 se realiza la comparación de los promedios de los parámetros en los tres puntos de muestreo camal municipal, colector Santa Lucía antes de la desembocadura del camal y colector Santa Lucía después de recibir los efluentes del camal municipal. De manera general ella se aprecia que los valores en el colector Santa Lucía, antes de la recepción de los efluentes es menor en comparación con los valores después de recibirlos.

En las gráficas abajo, se aprecia la comparación de los diversos parámetros analizados del camal municipal, del colector Santa Lucía antes y después de la recepción de los efluentes del camal. Las mismas que muestran un incremento de los valores en el colector Santa Lucía después de la recepción de los efluentes del camal municipal de Chachapoyas.

Figura N° 1. Comparación de T °C en el Camal Municipal CM, Colector Santa Lucía antes de la recepción del efluente del camal (CSL A) y Colector Santa Lucía después de la recepción del efluente del camal (CSL D)

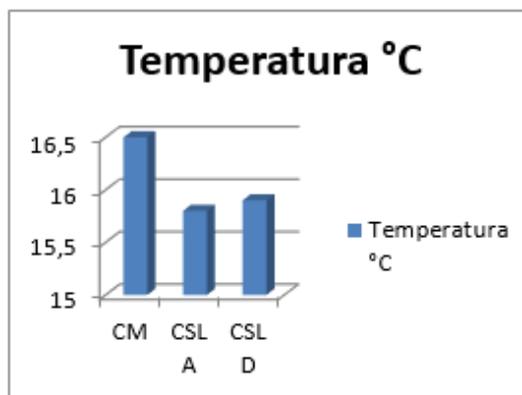


Figura N° 2.

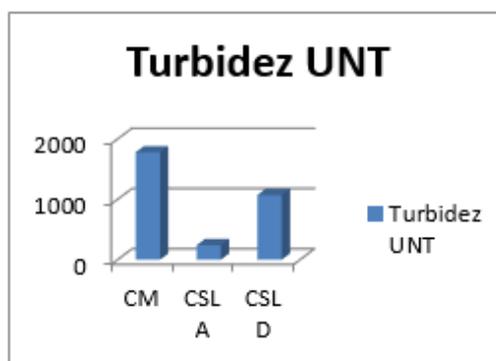


Figura N° 3.

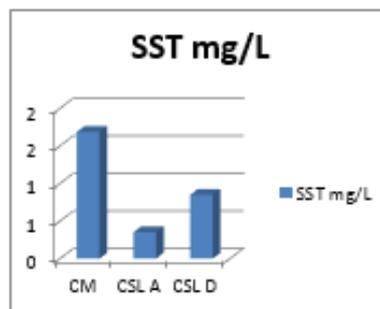


Figura N° 4

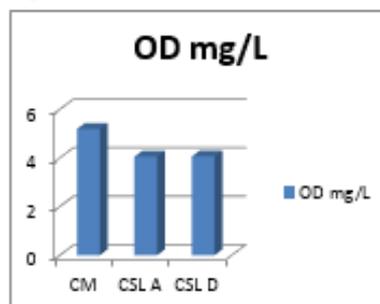


Figura N° 5

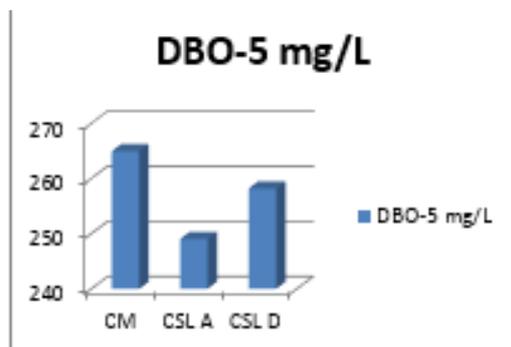
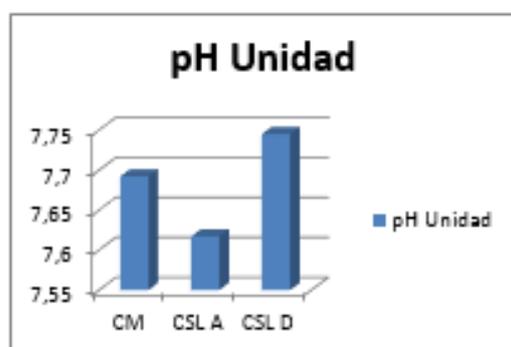


Figura N° 6.



#### IV. DISCUSIÓN

Los resultados son producto del trabajo realizado desde los meses de junio a setiembre del 2018 y la información realizada y alcanzada por el LABISAG de la UNTRM.

El promedio de los parámetros de los efluentes del camal municipal, se encuentran en la tabla 1, donde están indicados los promedios en sus diversas unidades según su parámetro. En ella se aprecia que de los efluentes del camal municipal, la temperatura promedio es de 16,5 °C, temperatura que se encuentra dentro del rango de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda; Sólidos suspendidos totales (SST) de 1,686 mg/L, valor que se encuentra por encima de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda y del D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA). Según Mitchell et al. (1991)), categoría 4 respecto a la conservación del ambiente acuático; respecto al Oxígeno Disuelto (OD) 5,19 mg/L, se encuentra el límite según el D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA); La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-5) es de 264,97 mg/L, se encuentra por encima de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda y del D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA); el pH es de 7,692, valor que se encuentra dentro del rango de los LMP D.S. XXX-2008-Vivienda; Las Coliformes Totales de NMP/100 mL son mayor a 160 000, de igual número de Coliformes

fecales, valores que se encuentran por encima de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda y del D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA).

En la tabla 2, están indicados los promedios, según sus unidades, de los diversos parámetros de los efluentes líquidos del colector Santa Lucía antes del camal municipal de la ciudad de Chachapoyas, en el año 2018. En esta tabla se aprecia que la temperatura promedio es de 15,8 °C, temperatura que se encuentra dentro del rango de los LMP D.S. XXX-2008-Vivienda; Sólidos suspendidos totales (SST) de 0,116 mg/L, valor que se encuentra dentro de los parámetros de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda y del D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA); Oxígeno Disuelto (OD) 4,05 mg/L, valor que se encuentra por debajo de los parámetros según el D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA); Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-5) 249,05 mg/L, valor que se encuentra en el límite de los parámetros de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda; pH de 7,617, valor que se encuentra dentro del rango de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda; Coliformes Totales de NMP mayor a 160 000, de igual número de Coliformes fecales, valores que se encuentran por encima de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda y del D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA).

En la tabla 3, están indicados los promedios, según sus unidades, de los diversos parámetros de los efluentes líquidos del colector Santa Lucía después de recibir los efluentes del camal municipal de la ciudad de Chachapoyas, en el año 2018. En ella se aprecia que la temperatura promedio es de 15,9 °C, temperatura que se encuentra dentro del rango de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda; la turbidez de 1072 UNT; Sólidos suspendidos totales (SST) de 0,850 mg/L, valor que se encuentra dentro de los parámetros de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda y del D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA); Oxígeno Disuelto (OD) 4,06 mg/L, valor que se encuentra por debajo de los parámetros según el D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA); Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO-5) 258,2 mg/L, valor que se encuentra por encima de los parámetros de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda; pH de 7,745, valor que se encuentra dentro del rango de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda; Coliformes Totales de NMP mayor a 160 000, de igual número de Coliformes fecales, valores que se encuentran por encima de los LMP D.S. XXX-2008- Vivienda y del D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA).

## V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a través de los análisis fisicoquímicos y microbiológico, los mismos que se realizaron in situ: pH y Temperatura; o en el laboratorio de Suelos y Aguas LABISAG de la UNTRM: Turbidez, SST, OD, DQO, DBO-5, Coliformes totales y fecales; muestran una nula disposición de los residuos de los efluentes del camal municipal de Chachapoyas impactando considerablemente en la calidad de las aguas del colector Santa Lucía y por ende del río Sonche, viéndose reflejado en la baja concentración del oxígeno disuelto, elevada concentración de SST, coliformes totales y fecales; los valores del DBO-5 de manera general están en los límites superiores de los LMPD.S. XXX-2008- Vivienda.

Los residuos del camal municipal que son eliminados directamente, a través de los efluentes líquidos, al colector Santa Lucía son contaminantes ocasionando un impacto negativo en las aguas del colector y por ende al río Sonche, entorpeciendo la vida acuática y degradando las corrientes de aguas abajo ya son utilizados por otros pueblos o actividades (criaderos de truchas); debido que sus valores están fuera de los estándares de calidad ambiental (ECA) y los LMP para las descargas al sistema de alcantarillado.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sánchez S. (2017). "Caracterización de los desechos procedentes del sacrificio de ganado hacia los efluentes líquidos y evaluación de las buenas prácticas de manufactura del camal municipal de Chachapoyas-Amazonas-2017". UNTRM. Amazonas.
- Salas G. Condorhuamán C. (2008) Tratamiento de las aguas residuales de un centro de beneficio o matadero de ganado. Facultad de Química. UNMSM.
- Ostle, Bernard. (1973). Estadística Aplicada. Editorial Limusa. Wiley S.A. México.
- D.S. XXX-2008- Vivienda. LMP
- D.S. N° 004-2017-MINAM (estándares de Calidad Ambiental - ECA)
- Quispe C. y Zambrano W. 1998. Manual de Análisis Químicos Medioambientales. 1ª edición.
- Reglamento Sanitario del Faenado de Animales de Abasto. D.S. N° 015-2012-AG. <http://www.fao.org/docrep/004/T0566S/T0566S14.htm> Ingresado 10 de febrero 2018.

[http://siteresources.worldbank.org/INTUSWM/Resources/Spanish\\_LivestockMarch06.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTUSWM/Resources/Spanish_LivestockMarch06.pdf)  
Ingresado 10 de febrero del 2018.  
<http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/resisoli/matade/matade.html> Ingresado 10 de febrero del 2018

## Construcción y evaluación del funcionamiento de un prototipo de incubadora para usos múltiples, Chachapoyas, 2018.

## Construction and evaluation of the operation of a prototype incubator for multiple uses, Chachapoyas, 2018.

Fernando Isaac Espinoza Canaza<sup>1</sup>

### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo construir y evaluar el funcionamiento de una incubadora, para la evaluación se eligió incubar en 06 huevos fertilizados de gallina durante 21 días, en el transcurso de dicho tiempo la incubadora funcionó ininterrumpidamente manteniendo la temperatura en el interior de la incubadora entre 37,0 °C – 37,5 °C y la humedad constante de 47,0 a 56,5 % Hr, estos datos se mantuvieron durante 24 horas continuos durante 23 días. Para lograr estos promedios, se ajustó los focos generadores de calor; al inicio se utilizó un foco de 100 watts, esto incremento rápidamente la temperatura llegando a 37 °C en el interior de la incubadora y la humedad bajo notablemente entre 40 – 45 %Hr, para mejorar el diseño se utilizó focos de 50 watts y la humedad se elevó entre 48% - 55% Hr. Se colocó en el interior de la incubadora una bandeja de plástico con capacidad de 500 ml de agua común, para equilibrar la humedad en el interior de la incubadora, en estas condiciones la humedad llegó a mantener en promedio de 47,3 a 56,5 % Hr. Para homogenizar la temperatura y humedad en toda la incubadora se implementó un ventilador pequeño. Como resultado, a los 23 días se tuvo la eclosión de un ave desarrollada completamente, demostrándose que la incubadora funciono correctamente luego de los ajustes realizados.

**Palabras clave:** Granja de aves, Humedad, Incubación, Temperatura

### ABSTRACT

The objective of the research was to build and evaluate the operation of an incubator, for the evaluation it was chosen to incubate in 06 fertilized chicken eggs for 21 days, in the course of that time the incubator worked without interruption keeping the temperature inside the incubator between 37.0 °C - 37.5 °C and the constant humidity of 47.0 to 56.5% Hr, these data were maintained for 24 continuous hours for 23 days. To achieve these averages, the heat generating sources were adjusted; At the beginning a 100 watt bulb was used, this rapidly increased the temperature reaching 37 °C inside the incubator and the humidity was notably between 40 - 45% Hr, to improve the design, 50-watt spotlights were used and the humidity was raised between 48% - 55% Hr. A plastic tray with a capacity of 500 ml of common water was placed inside the incubator to balance the humidity inside the incubator, in these conditions the humidity reached an average of 47.3 to 56.5 % Hr. To homogenize the temperature and humidity throughout the incubator, a small fan was implemented. As a result, after 23 days the hatching of a completely developed bird occurred, showing that the incubator worked correctly after the adjustments made.

**Keywords:** Bird farm, Humidity, Incubation, Temperature

---

<sup>1</sup> Ingeniero Electrónico, [fernanado.espinoza@untrm.edu.pe](mailto:fernanado.espinoza@untrm.edu.pe). Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas

## I. INTRODUCCIÓN

Una incubadora es conocida también como una estufa de cultivo, las cuales tienen la finalidad de emitir calor a una zona local o específica, pues mantiene la temperatura ideal, así como la humedad, el CO<sub>2</sub> y el oxígeno en grados idóneos para realizar cultivos. Las incubadoras principalmente son utilizadas en las siguientes áreas: Biología celular, Microbiología y Biología molecular. Generalmente, las incubadoras son utilizadas en los laboratorios para preparar diferentes muestras, como, por ejemplo: Microbianas, Bacterianas, Hongos, Estudios hematológicos, Cultivos celulares eucariotas e Incubación de embriones. Para poder realizar cualquiera de los cultivos anteriores es necesario escoger la incubadora de laboratorio que más se adapte a sus necesidades, pues dentro del mercado existen diferentes tipos, como son: Incubadora seca, Incubadora de cámara doble, Incubadora húmeda de CO<sub>2</sub>, Incubadora roller, Incubadoras digitales, Incubadoras análogas e Incubadoras de bajo costo [10].

El propósito de la incubación en la presente investigación está orientado a un proceso mediante el cual un embrión de gallina doméstica se desarrolla y se convierte en polluelo, y en ella se garantiza a los huevos, la temperatura, la ventilación y la humedad necesaria para que se desarrolle normalmente hasta culminar con la eclosión o salida del pollito del huevo.

La granja de aves localizada en la Estación Experimental de Chachapoyas de la UNTRM, no cuenta con incubadoras para huevos, en este centro es donde se desarrollará el estudio ya que se cuenta con el producto principal (huevos) para las pruebas.

En la parte académica no se cuenta con equipos de incubadoras para la realización de estudios o aplicaciones para los estudiantes de pregrado por lo que se realizaría la transferencia tecnológica del diseño y construcción de la incubadora.

Las comunidades rurales no cuentan con incubadoras, al difundirse el equipo de bajo costo, se podría aumentar el nivel productivo y comercial de aves.

## II. DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

En la parte académica no se cuenta con equipos de incubadoras para la realización de estudios o aplicaciones para los estudiantes de pregrado por lo que se realizaría la transferencia tecnológica del diseño y construcción de la incubadora. Las comunidades rurales no cuentan con incubadoras

para aves, al difundirse el equipo de bajo costo, se podría aumentar el nivel productivo y comercial de aves.

Se tuvo como objetivo general: Construir y evaluar un prototipo de incubadora para usos múltiples con control automático de temperatura, humedad, ventilación y volteo; y como objetivos específicos:

- Construir un prototipo de incubadora con control automático que permita regular y monitorear la temperatura, humedad, ventilación y volteo para ser aplicado en la incubación de huevos de gallina.
- Evaluar el funcionamiento de la incubadora con control automático para otras aplicaciones.

Estado del arte: Las mini incubadoras se pueden construir con materiales baratos y disponibles en la zona, como cáscara de arroz, colchas enguatadas y arena, que retienen el calor. Las incubadoras pueden fabricarse de forma sencilla mediante técnicas y herramientas fácilmente disponibles. Los mayores porcentajes de eclosión de huevos de gallina y de pato son los de las mini incubadoras de arena: 80-85 % y 70-72 %, respectivamente, frente a porcentajes del 70-75 % y 65-68 % en el caso de las incubadoras de cáscara de arroz y del 75-80 % y 60-62 % en el caso de las que utilizan un lecho de cáscara de arroz y colcha enguatada.

La incubación artificial es una práctica muy antigua, se tienen registros de esta desde hace unos 3000 años atrás. Los primeros métodos de incubación eran predominantemente artesanales y no arrojaban buenos resultados, fue hasta la década de 1930 con la inserción del control eléctrico y las técnicas de control moderno que se revolucionó la industria de la crianza de aves de corral, logrando la producción a gran escala. La incubación artificial siguió desarrollándose debido a dos factores: el incremento de las operaciones, como el número de nacimientos que se debían alcanzar para satisfacer la demanda y el desarrollo de la tecnología. Hoy en día las incubadoras cuentan con los más modernos sistemas de control de temperatura, humedad, volteo y ventilación; capaces de producir hasta 1.5 millones de nacimientos de pollitos a la semana, en países más desarrollados [6].

### Tipos de incubadora

**Verticales:** También se les denomina incubadoras multi-etapas, ya que se pueden albergar varios lotes de huevos que se encuentren en diferentes ciclos de incubación. Este tipo de incubadoras (figura 1), son las que se usan en la industria más desarrollada, su capacidad varía desde 10,000 hasta 300,000 huevos. Su tamaño puede variar desde un gabinete vertical

hasta un cuarto completo de una casa promedio (3x3.5x3 m), en el cual se pueden meter una serie de carritos que albergan varias bandejas de huevos dispuestas de forma vertical. La mecedora se encuentra separada del cuarto de incubación y su capacidad es generalmente la mitad de la incubadora.



Figura 1. Incubadora vertical

**Horizontales:** Son incubadoras cuya capacidad varía de 50 a 500 huevos, se usan en granjas más pequeñas y para proyectos experimentales. También son conocidas como incubadoras de una sola etapa ya que el lote de huevos que alberga debe estar en el mismo ciclo de incubación. El nacimiento de los pollitos se produce en la misma máquina. La disposición estructural del prototipo de incubadora presentado en este informe corresponde al de las incubadoras de tipo horizontal (figura 2), ya que su capacidad (100 huevos) y finalidad (producción en pequeñas avícolas) recae en el rango de aplicación de las mismas [6].



Figura 2. Incubadora horizontal

### Temperatura

El calentamiento de los huevos durante la incubación se logra mediante el intercambio de calor entre el aire y los huevos. La temperatura óptima de incubación se encuentra en el rango de 37 y 38°C. De ser la temperatura menor de 35° o mayor a 40°C los embriones mueren. El nivel óptimo de temperatura a aplicar depende de: el tipo de incubadora, la calidad y el tamaño de los huevos, la edad de los embriones; así como de la especie.

### Humedad

Durante la incubación el huevo pierde agua constantemente (desecamiento), lo que expone al embrión en sus primeros días a pegarse a las membranas internas de la cáscara, lo que puede irremediablemente provocar su muerte. La humedad relativa ideal de incubación es de 50 a 55% para huevos blancos y de 55 a 60% para los huevos de color café; que también variarían en función del tamaño de los huevos.

### Movimiento o volteo

El desarrollo de los embriones transcurre normalmente sólo cuando los huevos son volteados periódicamente durante los primeros 18 días de incubación. En la incubación natural, la gallina es quien voltear los huevos con cierta frecuencia, de ahí que en el proceso de incubación artificial sea necesario repetir este procedimiento. Este proceso tiene una gran influencia en el desarrollo, pues evita que los embriones se adhieran a las membranas del huevo.

### Ventilación

La ventilación tiene tres funciones importantes: permitir la respiración del embrión, al mantener un mínimo de 21 a 22% de oxígeno en incubadoras; limitar el O<sub>2</sub> de la atmósfera en un nivel inferior de 0.5% y nunca rebasar el 1%, pues provocaría lento desarrollo embrionario; y distribuir uniformemente la temperatura y la humedad. La correcta circulación de aire en el gabinete se garantiza mediante el funcionamiento de: ventiladores, inyectores o extractores de aire, compuertas u orificios de entrada y salida,

### Componentes para la construcción de la incubadora

Se contó con todos los materiales e insumos necesarios para la primera etapa de la construcción y armado de la incubadora, entre los cuales tenemos:

- Caja de madera 40 x 60 x 25 centímetros
- 01 Sensor de temperatura – SHT31

- 02 Módulo de Arduino – Uno R3.
- 01 Ventilador de PC
- 02 Relé para el control de la lámpara incandescente – 5Vdc
- 02 Foco de tipo incandescentes de 50 watts
- Cables.
- 01 Fuente de energía de 9 Vdc y 1000 mA
- Casillero para huevos
- 01 Recipiente para contener el agua para mantener la humedad
- 01 Servo motor de 180° de 2,5 k de torque para el volteo de los huevos
- Programación o código
- Papel aluminio para recubrir el interior de la incubadora
- Termómetro

En las fotografías 1 y 2, se puede observar el acabado, tanto la estructura y el sistema de control de la incubadora para aves (huevos de gallina).



Fotografía 1. Incubadora construida - Estructura

#### Actividades realizadas

Para el desarrollo del prototipo de la incubadora, el número de tratamientos se consideró en tres momentos, que permitieron observar el funcionamiento del prototipo:

- a) Una semana de funcionamiento de la incubadora para observar el funcionamiento, corregir y calibrar



Fotografía 2. Incubadora construida – Sistema de control

los parámetros de temperatura, humedad y ventilación.

b) Dos semanas para el registro de datos de temperatura, humedad y movimiento de la casilla de huevos, esta etapa permitió ver la operatividad continua del equipo.

c) Y, durante tres semanas se evaluó la incubación de huevos, registrando temperatura, humedad, ventilación y volteo. En primera instancia se incubaron 04 unidades de huevos y en segunda instancia se incubaron 06 unidades de huevos fertilizados.

### III. METODOLOGIA

El proyecto tanto teórica y experimentalmente fue desarrollado en la Dirección de Tecnologías de Información y Comunicación – DTIC en la ciudad universitaria, en las coordenadas siguientes: Latitud 06° 50' 15" y Longitud 78° 01' 17" y altitud 2335 m.s.n.m.

#### Funcionamiento de la incubadora

Luego de la construcción e implementación física del prototipo de la incubadora, se procedió a realizar las pruebas preliminares para la recolección de datos.

Preliminarmente, se realizó las siguientes pruebas:

- Durante 5 días en el mes de julio (del 16 al 20 de julio)

· Durante 5 días en el mes de agosto (del 06 al 10 de agosto)

Estas pruebas consistieron en calibrar el sensor de temperatura y humedad en el interior de la incubadora, así como el adecuado volteo de la casilla de huevos y la evaporación del agua para mantener la humedad en el interior de la incubadora.

**Datos recopilados**

La temperatura en el interior de la incubadora se mantuvo entre 37,0 °C – 37,5 °C y una humedad constante de 47,0 a 56,5 % Hr, estos datos se mantuvieron durante 24 horas continuos. Para lograr estos promedios, se ajustó los focos generadores de calor; al inicio se utilizó un foco de 100 watts, esto incremento rápidamente la temperatura llegando a 37 °C en el interior de la incubadora y la humedad bajo notablemente entre 40 – 45 %Hr, por lo que fue necesario mejorar el diseño utilizando un foco de 50 watts con lo cual la humedad se elevó entre 48% Hr a 55% Hr; se colocó en el interior de la incubadora una bandeja con capacidad de 500 ml de agua común, esto para equilibrar la humedad relativa en el interior de ña incubadora, bajo estas condiciones la humedad llegó a mantener un promedio de 47,3 a 56,5 % Hr.

Se implementó un ventilador que funciono permanentemente para que homogenice la temperatura y la humedad en el interior de toda la incubadora.

Los datos mostrados en la tabla 2, son los promedios obtenidos en las 24 horas de prueba, es decir la incubadora ha operado de manera continua por 5 días en julio y 5 días en agosto.

**Tabla 1. Temperatura y humedad**

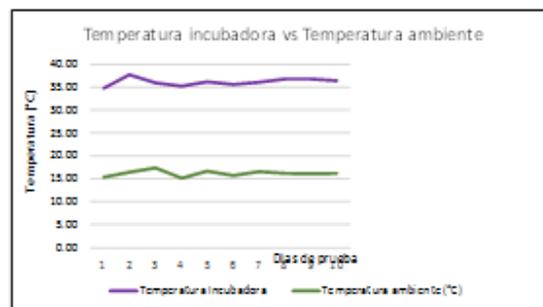
Periodo	Temperatura Incubadora	Humedad Incubadora	Temperatura ambiente (°C)	Humedad Relativa (%)
	34,72	54,69	15,36	89,32
Julio:	37,78	53,71	16,41	75,88
5 días de prueba	35,98	56,48	17,39	76,94
	35,28	57,70	15,15	89,33
	36,13	55,50	16,73	82,13
	35,55	55,44	15,78	87,16
Agosto:	36,12	56,88	16,57	59,53
5 días de prueba	36,75	57,27	16,20	84,66
	36,74	56,43	16,07	84,42
	36,42	57,90	16,20	86,77

**Análisis de la temperatura y la humedad**

De acuerdo a los resultados estadísticos mostrados, los resultados obtenidos fueron gracias a la calibración de la fuente generadora de temperatura (foco incandescente de 50W), lográndose el valor promedio ideal de la temperatura en 37 °C a 37,5 °C y de la humedad de 47,0 a 56,5 % Hr.

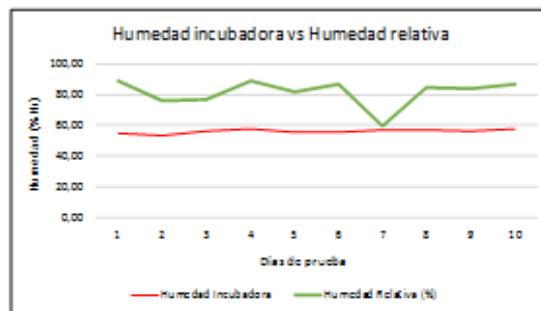
Analizando la tabla 1, se observa que la temperatura está en el rango de 34,72 °C a 36,74 °C; sin embargo, para la incubación de huevos de gallina se requiere necesariamente que esté establecido en 37,0 °C, posteriormente esta temperatura se mantuvo constante, ya que menos de 37 °C no es óptimo y no se llevaría una esperada incubación, se logró reajustar la temperatura en la incubadora. Asimismo, en tabla 1, se observa que la humedad dentro de la incubadora está en el rango de 53,71% Hr a 57,90% Hr, sin embargo, para la incubación de huevos de gallina se requiere necesariamente que esté establecido en 60%, ésta humedad no se logró estabilizar.

En la figura 3, se puede observar que la temperatura en el interior de la incubadora se mantiene constante con un promedio de 36,15 °C frente a la temperatura ambiente en promedio de 16,19 °C; por lo se puede afirmar que la incubadora está ajustándose a la temperatura necesaria a pesar que la temperatura ambiente es baja.



**Figura 3. La temperatura en la incubadora**

En la figura 4, se puede observar que la humedad en la incubadora se mantiene constante con un promedio de 56,20 %Hr frente a la humedad del medio ambiente que en promedio es de 68,61% Hr; para mantener ésta humedad, fue necesario colocar en el interior de la incubadora una bandeja recipiente con agua cuya capacidad fue de 500 ml de agua común, cada día de las pruebas se dotó de agua en capacidad de 500 ml.



**Figura 4. La humedad en la incubadora**

#### IV. RESULTADOS

En la fotografía 3, se muestra la incubadora construida ya operativa, y se puede observar en su estructura lo siguiente:

- En la parte superior e inferior se puede ver los dos focos de 50 watts incandescente que genera el calor.
- El foco de la parte inferior, es la que genera la humedad requerida.
- Un recipiente de plástico que almacena agua para que el foco interior evapore para producir la humedad requerida.
- En la parte derecha se localiza un ventilador para homogenizar la temperatura y la humedad en el interior de la incubadora.
- El interior de la incubadora está forrado con papel aluminio para mantener la temperatura y humedad.



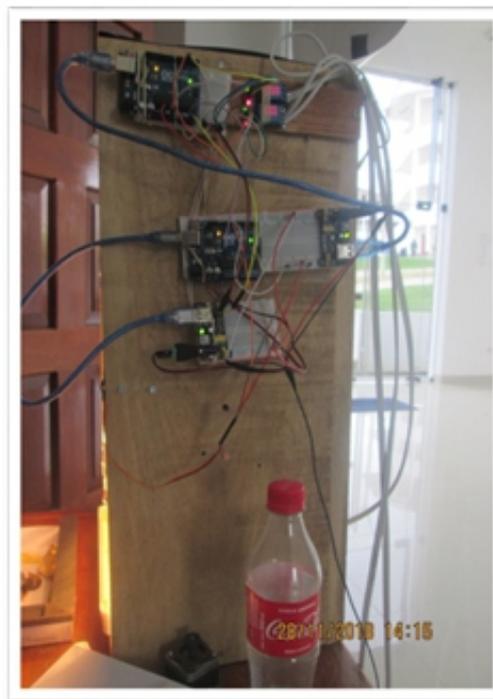
Fotografía 3. Incubadora construida - Estructura

En la fotografía 4, la incubadora construida ya operativa, en la parte lateral se observa en su estructura lo siguiente:

- En la parte superior se detalla el arduino Uno que controla el sensor SHT31 de temperatura y humedad, así como al sistema encendido automático de los focos mediante la activación por relés.
- En la parte media se detalla el arduino que controla al servo motor que genera el movimiento de la bandeja de huevos a 45° por lado.

Y, en la parte inferior última se observa la fuente de

energía que suministra al servo motor para su funcionamiento.



Fotografía 4. Incubadora construida – Sistema de control

#### Resultados de la incubación durante el tiempo de 20 - 23 días

En la fotografía 5, se observa la eclosión de un ave ya completamente desarrollado, para este caso no logró sobrevivir; sin embargo, esto permite validar el funcionamiento de la incubadora.



Fotografía 5. Nacimiento del ave



Fotografía 6. Las dimensiones del ave



Fotografía 7. El ave en su desarrollo.

remoto y de bajo costo. Informe de trabajo Monográfico. Universidad Nacional de Ingeniería, (2017).

Arcadio Ríos. Máquinas agrícolas, tracción animal e implementos manuales. [Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola. La Habana, \(2011\).](http://www.ecured.cu/Incubadora_de_huevos) [https://www.ecured.cu/Incubadora\\_de\\_huevos](https://www.ecured.cu/Incubadora_de_huevos). Obtenido el 20/03/2018

Funez, Octavio Daniel. Incubadora de huevos de gallina de corral. Departamento de Ciencias e Ingeniería, Universidad del Caribe, (2003).

Cibermascotas. Incubadoras para huevos. .

QuimiNet. Los 6 principales usos y aplicaciones de las incubadoras digitales. <https://www.quiminet.com/articulos/los-6-principales-usos-y-aplicaciones-de-las-incubadoras-digitales-48745.htm>, Obtenido 30/05/2018.

Incubatrici Borotto. Manual informativo para la incubación artificial de huevos. Incubadora REAl 12/24/49 automática. Vía Papa Giovanni Paolo II, 7. 37060 Buttapietra (Veroba) Italia.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola – FIDA, (2011).

Revista Iberoamericana de Producción Académica y Gestión Educativa ISSN 2007 – 8412. Publicación #03 Julio – diciembre 2015

Murillo, R. G. (s.f.). Producción Aviar de Huevo. Obtenido de Depto. de Zootecnia AICA-UABCS, (2008).

Wikipedia. (s.f.). Wikipedia. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>. Obtenido el 02 marzo de 2018

Khan, M.A. Dim Prashfutaner Katha. [Libro sobre los principios de la incubación de huevos de pato. Friends in Village Development of Bangladesh, Khadim Nagar, Sylhet (Bangladesh), (1983).

Fonseca S. S.E. Incubadora automática de huevos de aves de corral, con capacidad de 100 Huevos, natalidad del 70%, monitoreo

**Estrategias de comunicación asertiva para promover la identidad de la cultura awajún de la comunidad nativa de Tutumberos-Aramango-Bagua-Amazonas, 2018.****Assertive communication strategies to promote the identity of the Awajún culture of the native community of Tutumberos-Aramango-Bagua-Amazonas, 2018.**Cecil Wilmer Burga Campos<sup>1</sup>**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación ostenta el contexto teórico, el diseño, la aplicación y los principales resultados del desarrollo de las estrategias de comunicación asertiva, cuyo objetivo fue Aplicar estrategias de comunicación asertiva que permitan promover la identidad de la cultura awajún de la comunidad nativa de Tutumberos-Aramango-Bagua-Amazonas, 2018. Se trabajó con una muestra conformada por 18 pobladores (8 mujeres y 10 varones) equivalente al 10% de la población total de la comunidad. La investigación tuvo un diseño pre - experimental con un solo grupo o lineal, diseño pre-post encuesta para la evaluación de las estrategias, a quienes se aplicó una pre encuesta como medición antes del estímulo, luego se desarrolló las estrategias de comunicación asertiva y finalmente se aplicó la post encuesta permitiendo la valoración y medición después del desarrollo de la investigación, considerando que se trabajó de acuerdo a sus dimensiones de la variable de estudio: lengua, costumbres, creencias y valores. Los resultados evidencias inicialmente que la valoración al nivel de identidad cultural Awajún fue mala en las dimensiones, costumbres 56%, creencias 44% y valores 50%; solo la dimensión lengua alcanzó el 100% regular; mientras que después de aplicar las estrategias de comunicación asertiva los resultados fueron alentadores al alcanzar un nivel excelente en las cuatro dimensiones: lengua 56%, creencias 45%, costumbres 44% y valores 39%, quedando demostrado de esta manera la eficacia y efectividad de las estrategias de comunicación asertiva.

**Palabras clave:** Estrategias de comunicación asertiva, identidad cultural awajún, lengua, costumbres, creencias y valores.

**ABSTRACT**

The present research work shows the theoretical context, the design, the application and the main results of the development of assertive communication strategies, whose objective was to apply assertive communication strategies that allow promoting the identity of the awajún culture of the native community of Tutumberos-Aramango-Bagua-Amazonas, 2018. We worked with a sample of 18 inhabitants (8 women and 10 men) equivalent to 10% of the total population of the community. The research had a pre-experimental design with a single or linear group, pre-post survey design for the evaluation of the strategies, to which a pre-survey was applied as a measurement before the stimulus, then assertive communication strategies were developed and finally The post survey was applied allowing the assessment and measurement after the development of the research, considering that it was worked according to its dimensions of the study variable: language, customs, beliefs and values. The results evidences initially that the valuation at the level of cultural identity Awajún was bad in dimensions, customs 56%, beliefs 44% and values 50%; only the language dimension reached 100% regular; while after applying assertive communication strategies the results were encouraging when they reached an excellent level in the four dimensions: language 56%, beliefs 45%, customs 44% and values 39%, thus demonstrating the effectiveness and effectiveness of Assertive communication strategies.

**Keywords:** Strategies of assertive communication, Awajún cultural identity, language, customs, beliefs and values.

<sup>1</sup> Docente auxiliar de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Correo electrónico: [cwilburgac@yahoo.es](mailto:cwilburgac@yahoo.es)

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existen muchos países en el mundo como Guatemala, Paraguay, México, Ecuador, Bolivia, que cuentan con políticas bien definidas que promueven el respeto y la conservación de sus culturas ancestrales, considerando costumbres, tradiciones y sobre todo sus lenguas originarias en sus respectivos territorios, con el propósito de conservar sus culturas de manera viva, cuyas generaciones existentes transfieren a las nuevas generaciones de manera íntegra las costumbres como pueblos originarios y ancestrales.

El Perú es uno de los países que cuenta con un promedio de medio centenar de lenguas originarias, en su mayoría practicada en la zona amazónica, por lo que enriquece la interculturalidad y bilingüismo en sus respectivos territorios, aún existen lenguas que se caracterizan por ser ágrafas y otras que se encuentran en proceso de extinción, sin embargo existen normas emitidas por el Ministerio de Educación y el Ministerio de Cultura, que lamentablemente solo son textos que no llegan a ser cumplidos por la ignorancia de la autoridades quienes ocupan puestos claves para la promoción de la identidad cultural originaria y ancestral. Según Molano (2007), sostiene que la identidad cultural encierra un sentido de pertenencia a un grupo social con el cual se comparten rasgos culturales, como costumbres, valores y creencias; convirtiéndose en la principal fortaleza de la identidad de la cultura awajún. Ésta problemática en la provincia de Bagua, no es excepción, comprendiendo que en su vasto territorio, cuenta en la zona Norte población originaria de la Etnia Awajún, quienes se expresa en su lengua originaria awajún que transmite el pensamiento y el alma de su población, expresando con ello sus costumbres, tradiciones, pensamiento, filosofía, cosmovisión, que les caracteriza como tal, sin embargo el crecimiento demográfico ha dado lugar que sus territorios sean cada día de menor extensión los mismos que son ocupados por población hispana que junto con su lengua llevan consigo costumbres que no corresponden a la población originaria, quienes en muchas ocasiones se ven en la necesidad de asimilar una lengua y una cultura ajena a la suya, dando lugar a la pérdida de su cultura y en muchos casos sienten vergüenza de expresarse en su propia lengua originaria, y, habiéndose identificado la problemática de la presente investigación, se tuvo como objetivo: Aplicar estrategias de comunicación asertiva que permitan promover la identidad cultural awajún de la comunidad nativa Tutumberos-Aramango-Bagua-Amazonas, 2018; investigación que brindó un gran aporte a los comuneros para así asegurar la

continuidad de su lengua, costumbres, tradiciones, valores comunales y originarios.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

**Tipo y diseño de la investigación,** la investigación es de tipo descriptiva y corresponde al diseño pre-experimental, consistente en un solo grupo: pre encuesta y post encuesta o en línea.

**Donde:**



**Ge:** Grupo experimental.

**O1: Pre prueba:** Evaluación antes de aplicar el instrumento.

**X: Tratamiento o estímulo:** Aplicación de las estrategias de comunicación asertiva para promover la identidad de la cultura Awajún.

**O2: Pos prueba:** Evaluación después de aplicar el instrumento.

**Población:** Conformada por 180 pobladores de la comunidad de Tutumberos del distrito Aramango, provincia de Bagua, departamento Amazonas.

**Muestra:** La muestra estuvo conformada por el 10% de la población total correspondiente a 18 pobladores adultos de la comunidad de Tutumberos, utilizando un muestreo no probabilístico, a criterio del investigador.

### Métodos:

**Inductivo:** Éste proceso fue parte del estudio de casos particulares para llegar a conclusiones o leyes universales que explican el fenómeno: de lo particular a lo general (Sierra, 2012). En la investigación, implicó obtener información particular del grupo de la muestra de la comunidad nativa de Tutumberos.

**Etnográfico:** En la investigación se usó este método para el registro, identificación y descripción de costumbres, tradiciones, valores, lengua de la identidad de la cultura Awajún a través del desarrollo de las estrategias de comunicación asertiva, sabiendo que se utiliza la observación y busca conocer la vida cotidiana de un grupo desde el interior del mismo, identifica y describe sus rasgos cualitativos (Murillo y Martínez, 2010).

**Técnicas:** Se utilizó la observación, encuesta y fichaje.

**Procedimiento:** La aplicación de las estrategias de comunicación asertiva se llevó a cabo teniendo en cuenta la realidad actual de la identidad de la cultura awajún de los pobladores de la comunidad nativa de

Tutumberos, se realizó el diseño y el desarrollo de la investigación, considerando los fundamentos teóricos que sirvieron de soporte para la investigación, considerando sus costumbres, tradiciones, desarrollando encuentros de coordinación y reuniones con las autoridades y pobladores comprometidos, en relación a las estrategias de comunicación asertiva entre ellos: visuales, vocales y verbales, las mismas que deberán influir en la variable de estudio (identidad cultural awajún) considerando sus dimensiones (lengua, costumbres, creencias y valores).

### Análisis de datos

**Primera fase:** Análisis descriptivo simple.

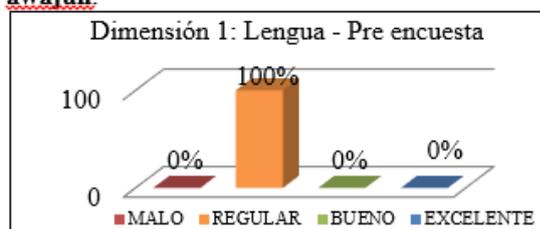
Los datos recogidos de la pre encuesta y post encuesta, fueron procesados y analizados utilizando la estadística descriptiva simple, los mismos que se representan en figuras estadísticas por dimensiones.

**Segunda fase:** Estadística descriptiva inferencial.

Los datos obtenidos de la estadística descriptiva simple se sometieron al programa SPSS, con los que se comprobaron si se acepta o rechaza la hipótesis alterna o nula, sometiéndole a la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov; por ser una muestra menor a 50, analizando la estadística y el nivel de significancia, con un margen de error del 5% utilizando los paquetes estadísticos del SPSS, EXCELL Y MINITAB”.

## III. RESULTADOS

### Análisis de la pre encuesta según dimensiones de la variable dependiente: Identidad cultural awajún.

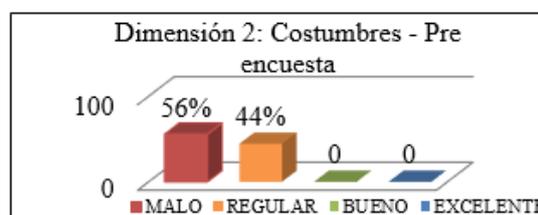


**Figura N° 01**  
**Identidad cultural Awajún: Lengua**

Según la figura N° 01, se verifica que de los 18 pobladores encuestados el 100% de la dimensión lengua se encuentran en el nivel regular; lo que demuestra la necesidad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

**Figura N° 02**

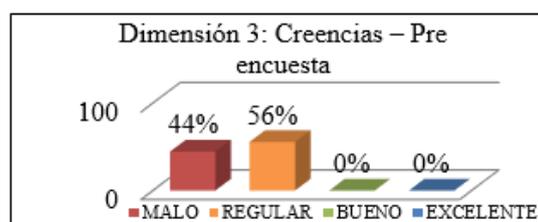
### Identidad cultural Awajún: costumbres



Según la figura N° 02, se verifica que de los 18 pobladores encuestados de la dimensión costumbres, el 56% se encuentra en el nivel malo y el 44% en un nivel regular, demostrando de esta manera la necesidad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

**Figura N° 03**

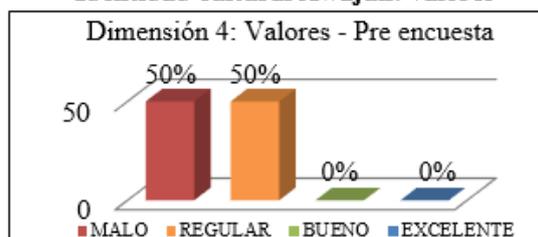
### Identidad cultural Awajún: creencias



Según la figura N° 03, se verifica que de los 18 pobladores encuestados de la dimensión creencias, el 44% alcanzó el nivel malo y el 56% en un nivel regular, demostrando de esta manera la necesidad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

**Figura N° 04**

### Identidad cultural Awajún: valores

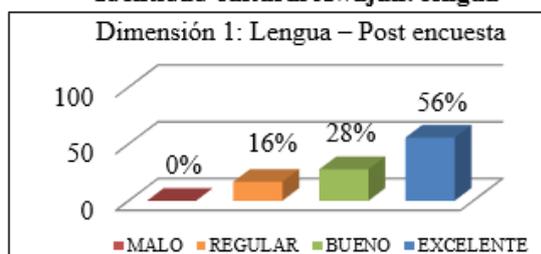


Según la figura N° 04, se verifica que de los 18 pobladores encuestados de la dimensión valores el 50% alcanzó el nivel malo y el 50% en un nivel regular, demostrando de esta manera la necesidad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

**Análisis de la post encuesta según dimensiones de la variable dependiente: Identidad cultural awajún.**

Figura N° 05

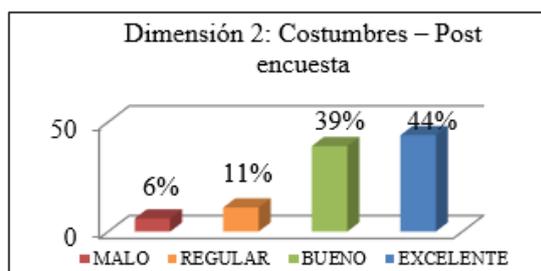
## Identidad cultural Awajún: lengua



Según la figura N° 05, se observa y se verifica que de los 18 pobladores encuestados alcanzó el 16% de la dimensión lengua en el nivel regular, el 28% alcanzó el nivel bueno y que el 56% alcanzó el nivel excelente quedando confirmado y validado de esta manera la eficacia y efectividad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

Figura N° 06

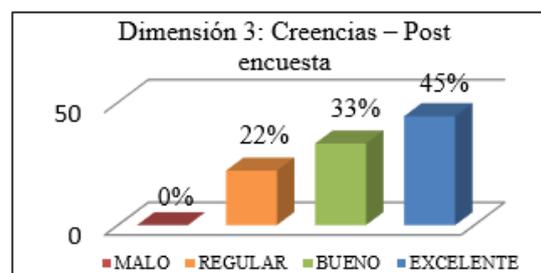
## Identidad cultural Awajún: costumbres



Según la figura N° 06, se observa y se verifica que de los 18 pobladores encuestados en la dimensión costumbres el 6% alcanzó el nivel malo, el 11% alcanzó el nivel regular, el 39% alcanzó el nivel bueno y que el 44% alcanzó el nivel excelente quedando confirmado y validado de esta manera la eficacia y efectividad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

Figura N° 07

## Identidad cultural Awajún: creencias

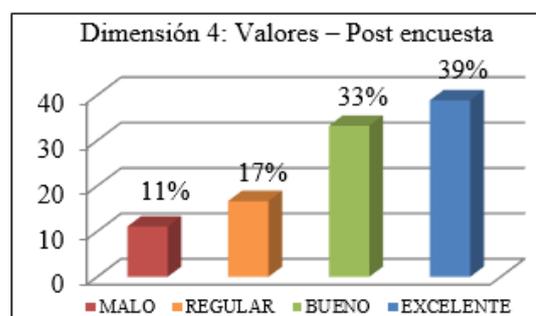


Según la figura N° 07, se observa y se verifica que de los 18 pobladores encuestados en la dimensión creencias que el 22% alcanzó el nivel regular, el 33% alcanzó el nivel bueno y que el 45% alcanzó el nivel excelente quedando confirmado y validado de esta

manera la eficacia y efectividad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

Figura N° 08

## Identidad cultural Awajún: valores



Según la figura N° 08, se observa y se verifica que de los 18 pobladores encuestados en la dimensión valores que sólo el 11% alcanzó el nivel malo, sin embargo el 17% el nivel regular, el 33% alcanzó el nivel bueno y que el 39% alcanzó el nivel excelente quedando confirmado y validado de esta manera la eficacia y efectividad de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva.

## Prueba de hipótesis

## Tabla N° 01

## Prueba de Normalidad de las puntuaciones obtenidas en la pre y post encuesta.

## Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

	DIM1: Lengua	DIM2: Costumbres	DIM3: Creencias	DIM4: Valores	
N	18	18	18	18	
Parámetros normales <sup>a</sup>	Media	3,38	1,44	1,56	1,50
	Desviación típica	,778	,511	,511	,514
	Absoluta	,340	,363	,363	,334
Diferencias más extremas	Positiva	,216	,363	,306	,334
	Negativa	,340	-,306	-,363	-,334
Z de Kolmogorov-Smirnov	1,441	1,541	1,541	1,419	
Sig. asintót. (bilateral)	0,31	,017	,017	,036	

La tabla N° 01 evidencia que al trabajar con un grupo de datos inferior a cincuenta se utiliza la prueba de normalidad de Kolmogorov - Smirnov. Además, se observa que sus resultados son: en la dimensión lengua de 0,031, dimensión costumbres de 0,017, la dimensión creencias de 0,0178 y, la dimensión valores de 0,036; lo que indica que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna por ser

menor de 0,05 las cuatro dimensiones.

#### IV. DISCUSIÓN

El presente estudio confirma que a partir de los resultados obtenidos a través de la aplicación de las estrategias de comunicación asertiva permitieron promover la identidad de la cultura awajún de la comunidad nativa de Tutumberos en las dimensiones costumbres, creencias y valores inicialmente se ubicaron en el nivel malo y después de aplicar las estrategias las cuatro dimensiones alcanzaron el nivel excelente lengua 56%, creencias 45%, costumbres 44% y valores 39%, estos resultados fueron alcanzados gracias al aporte de Bolívar (2014), quién a través de su estudio permitió darnos cuenta que los estudiantes de Educación Básica Regular no tienen conocimiento ni experiencias con respecto a la historia, culturización, nociones de sitios con valores históricos, tradiciones, costumbres y bailes típicos de la región porteña. Es por ello que la mayoría de las personas no valoramos la identidad cultural de los pueblos

Así mismo, López (2014) contribuye con sus aportes a la identidad cultural Awajún a través de la valoración de los elementos de identidad como el idioma, traje o vestido tradicional, costumbres y tradiciones, cosmovisión y auto adscripción. Los cuales, ejercen influencia en el actuar y pensar de los pertenecientes a un grupo indígena, pues estos elementos se trabajó en la experiencia vivida donde unificaron su estilo de vida y les permitió diferenciarse de otros, todos los factores o elementos contribuyeron a promover la identidad de la cultura awajún de la comunidad nativa de Tutumberos, quedando demostrado que una buena aplicación de estrategias de comunicación asertiva si permite promover la identidad de la cultura awajún de la comunidad nativa de Tutumberos.

Así mismo, al comparar los resultados del antes y después con la población muestra se observan que en la post encuesta alcanzaron el nivel excelente en todas las dimensiones trabajadas. Ello se atribuye a que las actividades cotidianas por sí mismas, no permiten el logro de la competencia de estrategias de comunicación asertiva.

Estos resultados se reafirman con lo que puntualiza Molano (2007), aporta con el concepto que se puso en práctica en la experiencia vivida, afirmado que la identidad cultural de un pueblo viene definida históricamente a través de múltiples aspectos en los que se plasma su cultura, como la lengua, instrumento de comunicación entre los miembros de una comunidad, las relaciones sociales, ritos y ceremonias propias, o los comportamientos

colectivos, esto es, los sistemas de valores y creencia, concluyendo que la las estrategias de comunicación asertiva es uno de los medios para promover la identidad de la cultura awajún.

#### V. CONCLUSIONES

1°. Antes de aplicar las estrategias de comunicación asertiva la comunidad nativa Tutumberos, Aramango, Bagua; el nivel de identidad cultural Awajún fue malo en las dimensiones: costumbres 56%, valores 50%, creencias 44% y, regular el 100% lo alcanzó la dimensión lengua.

2°. Las estrategias de comunicación asertiva planificadas y aplicadas permitieron promover la identidad cultural awajún de la comunidad nativa Tutumberos, considerando que el mayor porcentaje de los pobladores encuestados tienen un alto nivel de identidad cultural awajún según sus cuatro dimensiones: lengua, costumbres, creencias y valores.

3°. Después de aplicar las estrategias de comunicación asertiva para promover la identidad de la cultura Awajún de la comunidad nativa de Tutumberos, Aramango, Bagua, Amazonas, 2018; el nivel de identidad fue excelente demostrando de esta manera la eficacia de las estrategias así: dimensión lengua 56%, creencias 45%, costumbres 44% y valores 39%.

4°. Al comparar los resultados encontrados en el pre y post test, constatamos que el nivel de la identidad de la cultura Awajún mejoró notablemente en la dimensión lengua del 100% regular se alcanzó el 56% excelente, en la dimensión costumbres del 56% malo se alcanzó el 44% 3xcelente, en la dimensión creencias del 44% malo se logró el 45% excelente y finalmente en la dimensión valores del 50% se alcanzó el 39% excelente.

#### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bolívar, M. (2014). Programa de actividades culturales para promover la identidad regional en los niños y niñas de la segunda etapa de educación básica de la U.E. "Doroteo Centeno", ubicado en Puerto Cabello, Estado Carabobo. Tesis, Carabobo, Venezuela.
- López, (2014). "IDENTIDAD CULTURAL DE LOS PUEBLOS INDÍGENAS". Tesis, Guatemala.
- Molano, O. (2007). Identidad Cultural un Concepto que Evoluciona. Revista Opera año/vol N° 007 Universidad Externado de Colombia.
- Murillo, J., y Martínez, C. (2010). Investigación

etnográfica. Retrieved Noviembre 2011,  
f r o m  
[http://www.uam.es/personal\\_pdi/stmaria/  
jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones  
/Curso\\_10/I\\_Etnografica\\_Trabajo.pdf](http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/I_Etnografica_Trabajo.pdf)

Sierra, M. (2012). Métodos generales. Universidad  
Autónoma del Estado de Hidalgo.  
R e c u p e r a d o d e :  
[https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P\\_Pr  
esentaciones/prepa3/metodos\\_generales.  
pdf](https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/metodos_generales.pdf)

**Eficiencia del tratamiento de aguas residuales utilizando lombrices californianas (*Eisenia foétida*) y el jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*), Chachapoyas, 2018****Efficiency of wastewater treatment using Californian earthworms (*Eisenia foetida*) and water hyacinth (*Eichhornia crassipes*), Chachapoyas, 2018**Jefferson Fitzgerald Reyes Farje<sup>1</sup> Eli Morales Rojas<sup>2</sup>**RESUMEN**

En esta investigación denominado: Eficiencia del Tratamiento de Aguas Residuales Utilizando Lombrices Californianas y el Jacinto Acuático, Chachapoyas, 2018; en la cual, se presenta un estudio experimental acerca de la capacidad depuradora de nutrientes presentes en las aguas residuales, A través de Lombrices Californianas y el Jacinto Acuático donde a los lombrices se sometieron en cajas experimentales siendo eficaz la depuración y purificación de las aguas residuales al obtener los siguientes resultados de DBO<sub>5</sub> inicial de 12.80 mg/L de O<sub>2</sub> reducido a 4.62 mg/L y en DQO inicial de 46.23 mg/L de O<sub>2</sub> reducido a 0.07 mg/L de O<sub>2</sub>. También se comparó con las plantas de Jacinto acuático la cual su disminución de materia orgánica es menor siendo DBO<sub>5</sub> inicial 12.80 mg/L de O<sub>2</sub> reduciéndose a 11.80 mg/L de O<sub>2</sub> y en DQO inicial de 46.23 mg/L de O<sub>2</sub> a 0.07 mg/L de O<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Agua residual, lombrices californianas, jacinto acuático

**ABSTRACT**

In this research called: Efficiency of Wastewater Treatment Using Californian Worms and Aquatic Hyacinth, Chachapoyas, 2018; in which, an experimental study is presented about the purification capacity of nutrients present in wastewater, through Californian Worms and the Aquatic Hyacinth where the worms were subjected in experimental boxes being effective purification and purification of wastewater when obtaining the following results of initial BOD<sub>5</sub> of 12.80 mg / L of O<sub>2</sub> reduced to 4.62 mg / L and in initial COD of 46.23 mg / L of O<sub>2</sub> reduced to 0.07 mg / L of O<sub>2</sub>. It was also compared with aquatic hyacinth plants, whose organic matter decrease is lower, with an initial BOD<sub>5</sub> of 12.80 mg / L of O<sub>2</sub> reducing to 11.80 mg / L of O<sub>2</sub> and an initial COD of 46.23 mg / L of O<sub>2</sub> to 0.07 mg / L of O<sub>2</sub>.

**Keywords:** Wastewater, Californian worms, water hyacinth

---

<sup>1</sup>Ing. Jefferson Fitzgerald Reyes Farje. Email: jeffersonrefa@hotmail.com

<sup>2</sup>Bachiller. Eli Morales Rojas. Email: eli.morales@untrm.edu.pe

Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza

### I. INTRODUCCIÓN

En la región amazonas las aguas residuales se descargan directamente a los ríos afectando de esta manera el ambiente en este contexto una alternativa de solución es la lombricultura y las plantas de jacinto acuático para el tratamiento de lodos residuales. Basándose esencialmente en el “Sistema Tohá”, una tecnología de tratamiento no convencional que puede utilizarse en localidades rurales, dado por sus características: fácil de operar, no necesita de personal calificado, ecológica, economiza recursos, espacio físico (Uribe,2010). Por otro lado diferentes estudios han demostrado que el jacinto acuático es un gran absorbente de la materia orgánica ello conlleva a la comparación de las lombrices californianas y el jacinto acuático en este contexto esta investigación muestra los resultados obtenidos durante el estudio realizado en laboratorio de química de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

### II. MATERIALES Y METODOS

#### Zona de estudio y muestra

La presente investigación denominada Eficiencia del tratamiento de aguas residuales utilizando lombrices californianas (*Eisenia foétida*) y el jacinto acuático (*Eichhornia crassipes*), Chachapoyas, 2018, se realizó en el en el laboratorio de química de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza las aguas residuales recolectadas fue del colector Santa Lucía.

#### Métodos

Los pasos para lograr los objetivos específicos planteados y dar solución al problema de vertimiento de aguas residuales sin tratar consta de los siguientes pasos.

Se procedió a instalar dos peceras que desde la base está construido por piedras de canto redondo; Son piedras seleccionadas esféricas de los ríos el cual sirve de soporte con un espesor de 15 cm. Mientras tanto la segunda capa está formada por grava con un espesor de 15 cm. La tercera capa está constituida por aserrín ya que este tiene la ventaja en cuanto a su densidad, porosidad, aireación y por su bajo costo con un espesor de 10 cm. Y en la parte superior está constituida por humus en donde se encuentran las lombrices. Entre cada capa debe haber una malla tipo de Raschell el cual sirve de división y retención.

Mientras tanto las lombrices fueron traídas de Pomacochas la cantidad de (50 g), las cuales fueron colocadas en humus para su reproducción en el lugar del internado la Alianza Alemana de la ciudad de Chachapoyas, después de 30 días se obtuvo (250 g).

La cual fue suficiente para empezar el acondicionamiento de las lombrices para lo cual se pesaron 250 gramos y se colocaron en 2 l litros de agua residual a la cual se colocó aserrín, humus y materia orgánica formando una especie pasta, la finalidad fue que las lombrices se adapten al agua y después de 8 días logramos el objetivo. De la misma manera se acondiciono las plantas de Jacinto acuático en una pecera con las siguientes dimensiones (Imagen N°01).

#### Dimensiones de las peceras:



Altura:50 cm  
Ancho:30 cm  
Largo:100 cm

Imagen N°01. Peceras instaladas

### III. RESULTADOS

Tabla N°01. Resultados de los análisis fisicoquímicos de acuerdo al número de días.

Días	PM	REPETICION	O2	DBO5	DQO
0	1	1	1.54	12.80	46.23
10	1	2	1.39	11.80	0.07
15	1	3	1.2	11.10	0.07
10	2	1	3.23	4.73	0.07
15	2	2	3.00	4.62	0.07

#### Procesamiento de datos

Los resultados obtenidos están en función de los 3 parámetros fisicoquímicos realizados en campo, tal como mostramos en la tabla N°1.

Tabla N°02. Procesamiento de datos Prueba Chi-Cuadrada para Heterogeneidad o Independencia

Case	Variable REPETICIÓN	
	Observed	Esperado
1	1	3.37
61	1.67	

Celda Chi-Sq

2	Observado	2	
25	Esperado	1.38	
	Celda Chi-Sq	0.28	
			+-----+
3	Observado	3	
31	Esperado	1.71	
	Celda Chi-Sq	0.97	
			+-----+
4	Observado	1	
20	Esperado	1.10	
	Celda chi-Sq	0.01	
			+-----+
5	Observado	2	
26	Esperado	1.44	
	Celda Chi-Sq	0.22	
			+-----+
163		9	

Se realizó con el programa statistix 8 Prueba Chi-Cuadrada para Heterogeneidad o Independencia, como se evidencia en la tabla N° 02.

En este procesamiento de datos nos da heterogeneidad y la independencia con respecto a los tipos de tratamiento desde lo observado y lo esperado. Con la distribución de probabilidad nos sirve para someter a prueba la hipótesis. En términos generales, esta prueba contrasta frecuencias observadas con las frecuencias esperadas de acuerdo con la hipótesis nula.

#### IV. DISCUSIÓN

En Ecuador usaron, un sistema de biofiltración para tratamiento de aguas residuales con lombrices californianas (*Eisenia foétida*), en un período de siete días y la capacidad de filtración es de 12 litros por día, se realizaron tres tratamientos en el período de tres semanas obteniéndose una mayor eficiencia en la remoción de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en porcentajes de remoción en los parámetros de turbiedad 77.69%, amonios 68.24%, DQO 51.69%, DBO5 84.38%, nitratos 80.00%, fosfatos 73.47% y TDS 22.96%, se obtuvo un incremento de pH de 0.06 Und. Y una reducción en la conductividad de 480  $\mu$ Siems/cm (Coronel Pazmiño, 2015).

Con la utilización del lombrifiltro, se obtienen impactos positivos en la calidad de las aguas que se vierten a los cuerpos de agua o al subsuelo, ya que este tratamiento es muy eficiente en la remoción de los contaminantes y microorganismos patógenos. Reducciones superiores al 90% (Salazar Miranda, 2005).

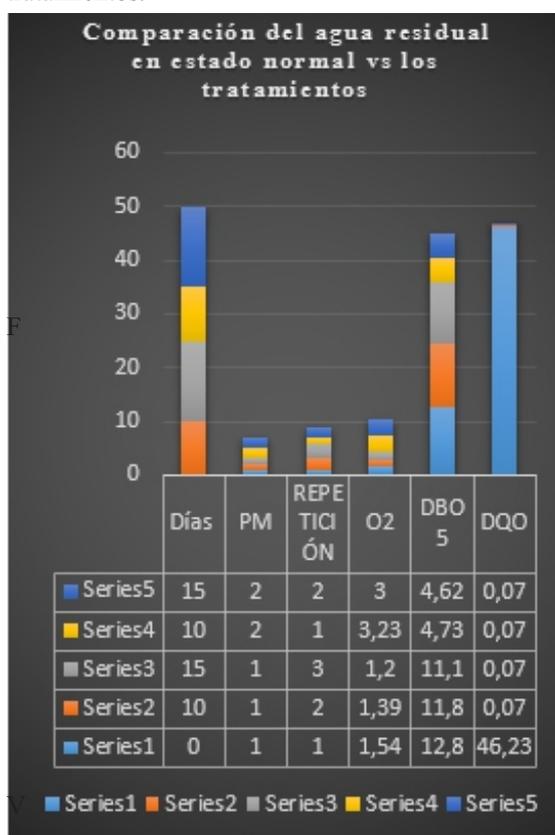
(Martelo J & Borrero J, 2008) en su tesis Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales: una revisión del estado del arte- México concluye que los tratamientos de aguas residuales que involucran Macrófitas flotantes han demostrado ser eficientes en la remediación de aguas con contenidos de nutrientes, materia orgánica y sustancias toxicas como arsénico, zinc, cadmio, cobre, plomo, cromo, y mercurio. Su importancia radica en su aptitud para ser empleados en núcleos rurales debido a su bajo consumo de energía convencional y la practicidad en el montaje y operación de los sistemas de tratamiento. Aun así, todavía no se han esclarecido rigurosamente los procesos que tienen lugar en la depuración de aguas residuales con macrófitas flotantes.

En la investigación realizada de en el colector Santa Lucia que tuvo por objetivo determinar el efecto de la *Eichornia crassipes* en las aguas residuales Santa Lucia, Chachapoyas, Perú. Evaluaron a escala piloto por ocho semanas el efecto de la planta acuática, considerando tres tratamientos MA -1, MB - 2 y MC - 3, cada uno con diferente número y tamaño de plantas. Donde los parámetros evaluados fueron la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Las eficiencias promedios de remoción obtenidos para el tratamiento MA - 1: DQO en 59.58% y DBO5 en 63.18%, para MB - 2: la DQO en 39.51% y DBO5 en 46.05% y para MC - 3: la DQO 40.70% y DBO5 en 49.47%. (Morales Rojas, Vela Tafur, & Reyes Farje , 2016).

Mientras tanto en esta investigación afirmamos que las lombrices californianas son más eficientes en la remoción de materia orgánica al tener un análisis fisicoquímico en condiciones normales agua residual de DBO5 12.8 mg/L de O2 a los 15 días bajo 4.62 mg/L de O2 y en DQO 46.23 bajo a 0.07 mg/L de O2 por otro lado el oxígeno disuelto también sube considerablemente de 1.54 a 3.

En este contexto el Jacinto acuático también disminuye la materia orgánica pero en menor cantidad, teniendo un DBO5 de 12.8 mg/L en condiciones normales de bajo a 11.10 mg/L de O2 y el DQO de 46.23 mg/L de O2 bajo 0.07 mg/L de O2 es decir el Jacinto acuático disminuye en mayor cantidad pero solo en la demanda química de oxígeno. Y en lo que el oxígeno disuelto no ayuda. Adjuntamos gráfico de comparación ver gráfico N°01.

**Figura N°01.** Comparación inicial vs los tratamientos.



Por otro lado tenemos que el procesamiento de datos con Prueba Chi-Cuadrada para Heterogeneidad o Independencia con respecto a los puntos de muestreo nos indica claramente cómo es que las lombrices tienen mayor eficiencia en disminución de la materia orgánica, cumpliendo con los objetivos planteados.

### V. CONCLUSIONES

Se concluye que las lombrices californianas son más eficientes que el jacinto acuático en remoción de la materia orgánica al reducir el DBO5 en un intervalo de 15 días de 12.8 mg/L de O<sub>2</sub> a los 15 días bajo 4.62 mg/L de O<sub>2</sub> y en DQO 46.23 bajo a 0.07 mg/L de O<sub>2</sub> por otro lado el oxígeno disuelto también sube considerablemente de 1.54 a 3. Mientras tanto el jacinto acuático disminuyó de 12.8 mg/L DBO5 en condiciones normales bajo a 11.10 mg/L de O<sub>2</sub> y el DQO de 46.23 mg/L de O<sub>2</sub> bajo 0.07 mg/L de O<sub>2</sub>.

### VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coronel pazmiño, n. (2015). “*diseño e implementación a escala de un biofiltro tohá en la epoch para la depuración de aguas residuales domésticas procedentes de la comunidad langos la nube*”. Escuela superior politécnica de

chimborazo, escuela de ciencias químicas, ecuador.

Martelo J, & Borrero J. (2008). *Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales*.

Morales Rojas , E., Vela Tafur , C., & Reyes Farje , J. F. (2016). *Aprovechamiento del Jacinto acuático (Eichornia crassipes) como depurador y purificador del agua residual, colector Santa Lucia, Chachapoyas, 2016*. Universidad Nacional Toribio Rodriguez de Mendoza , Facultad de Ingenieria Civil Y Ambiental , Chachapoyas.

Salazar Miranda , P. I. (2005). *Sistema TOHÁ; Una Alternativa Ecológica para el Tratamiento de Aguas Residuales en Sectores Rurales*. Tesis para optar el título de Constructor Civil, Universidad Austral de Chile., Escuela de Construcción Civil, Chile.

## Evaluación del efecto de las hojas de *Stachis arvensis* L. "sucsacha" sobre el nivel de glicemia en *Rattus rattus* var. albinus

### Evaluation of the effect of the leaves of *Stachis arvensis* L. "sucsacha" on the level of glycemia in *Rattus rattus* var. albinus

Luis Felipe Gonzales Llontop<sup>1</sup>

#### RESUMEN

Se evaluó el efecto de las hojas de *Stachis arvensis* L. "sucsacha" sobre el nivel de glicemia en *Rattus rattus* var. albinus, con el objetivo de probar su capacidad hipoglicémica, la cual podría servir de base científica para empezar estudios biomédicos. Se usó 20 ratas hembras entre 200+-230 gramos de peso promedio; a todos los animales se indujo hiperglicemia a una dosis de 2 g de kg/p.c. de glucosa vía orogástrica. El íntegro de ratas fue distribuido al azar en cuatro grupos. El primer grupo de animales recibió agua, el segundo grupo recibió solo glucosa, el tercer grupo percibió glucosa más sucsacha mientras el cuarto grupo se administró glucosa más glibenclamida. La dosis que se empleó de sucsacha fue de 10 %. En todo grupo se calculó la glicemia a los 0", 30", 60", 90" y 120 minutos. No hubo diferencias significativas de los promedios de glicemia entre los grupos tratados y comprobados por el análisis exploratorio de datos (EDA) y por ANOVA al 5% de significancia ( $p < 0.05$ ). En las condiciones experimentales la dosis administrada de un infuso de *Stachis arvensis* L. a 10 % sobre la glucosa sanguínea (mg/dL) de *Rattus rattus* var. albinus no presentó un efecto hipoglicémico.

**Palabras clave:** Glicemia, *Stachis arvensis* L., glibenclamida.

#### ABSTRACT

The effect of the leaves of *Stachis arvensis* L. "sucsacha" on the level of glycemia in *Rattus rattus* var. albinus, with the aim of testing its hypoglycemic capacity, which could serve as a scientific basis to begin biomedical studies. Twenty female rats were used between 200 + -230 grams of average weight; hyperglycemia was induced in all animals at a dose of 2 g kg / p.c. of glucose via orogastric. The entire rat was randomized into four groups. The first group of animals received water, the second group received only glucose, the third group received glucose plus sucsacha while the fourth group received glucose plus glibenclamide. The dose used of sucsacha was 10%. In all groups, glycemia was calculated at 0 ", 30", 60 ", 90" and 120 minutes. There were no significant differences in mean glycemia between the groups treated and verified by the exploratory data analysis (EDA) and by ANOVA at 5% significance ( $p < 0.05$ ). Under the experimental conditions the administered dose of an infusion of *Stachis arvensis* L. to 10% on blood glucose (mg / dL) of *Rattus rattus* var. albinus did not present a hypoglycemic effect.

**Keywords:** Glicemia, *Stachis arvensis* L., glibenclamide.

<sup>1</sup>Biólogo. Docente asociado de la Facultad de Educación y Ciencias de la Comunicación de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Doctor en Ciencias Biomédicas. Correo electrónico: luifego@hotmail.com

## I. INTRODUCCIÓN

El control de la diabetes mellitus se realiza a través de uso de plantas medicinales, algunas han sido evaluadas experimental y clínicamente; demostrándose que varios extractos y fracciones presentan actividad hipoglicemiante, desconociendo cual sea su mecanismo de acción. Considerando que estos extractos y fracciones vegetales solo son activos en modelos con DM tipo2 inducida experimentalmente, es probable que su mecanismo de acción sea aumentar la secreción de insulina de manera similar a como lo hacen las sulfonilureas (García & Solis, 2007).

Las plantas medicinales pueden convertirse en la alternativa válida con el fin de mejorar la calidad de vida de quienes padecen la más importante enfermedad relacionada con el páncreas endocrino, resultando de particular interés aquellas que manifiesten tanto propiedades hipogluce miantes como antioxidantes ciertas especies empleadas popularmente para el tratamiento de la diabetes han sido probadas científicamente con el fin de corroborar esta bioactividad, entre ellas se encuentran las pertenecientes al género Bauhinia utilizadas tradicionalmente con diferentes propósito en varias regiones del mundo: Asia, África, América central y del sur (Ricart, 2003). Algunas investigaciones han confirmado que una buena parte de ellas tienen actividad hipoglicemiante tanto en animales normales como en aquellos con diabetes inducida por aloxano (Guevara, 2011).

En la medicina tradicional, la utilización de plantas medicinales como recurso para solucionar problemas de salud se conoce desde tiempos remotos y en la actualidad se sigue utilizando a las plantas como una fuente importante de medicamentos, lo que justifica ampliamente la investigación en esta rama de la terapéutica. En este tipo de estudios se incluyen a practicantes tradicionales, médicos e investigadores y todos los esfuerzos se orientan fundamentalmente a sistematizar, estandarizar y procesar productos empíricos basados en compuestos vegetales locales, que requieran de estudios más profundos antes de incorporarlos a la práctica médica asistencial (Lezaeta, 2016).

Los tratamientos médicos no incluyen la cura, sin embargo existen tratamientos para controlar los niveles de glucosa en la sangre los cuales resultan poco accesibles por su alto costo, es por ello que la población inicia un tratamiento con plantas o hierbas medicinales (Gugliucci, 2000).

Las causas principales de muerte en los pacientes diabéticos son el infarto al miocardio y la

insuficiencia renal, complicaciones que se presentan debido al diagnóstico tardío o al incumplimiento del tratamiento indicado en cada caso, si bien que la diabetes mellitus tipo 1 (DM1) se puede controlar administrando insulina y la diabetes tipo 2 (DM2) puede controlarse con la dieta, a través de un régimen alimenticio adecuado; disminuyendo la absorción intestinal con inhibidores de  $\alpha$ -glucosidas (acarbose), y los hipoglicemiantes orales tales como las sulfonilúreas y repaglinida, también las biguanidas y las glitazonas (rosiglitazona) (Urzúa, 2011).

Se propuso en la presente investigación evaluar el efecto de las hojas de *Stachis arvensis* L. "sucsacha" sobre el nivel de glicemia en *Rattus rattus* var. *albinus*.

## II. MATERIAL Y MÉTODO

### Población muestra y muestreo

**Población:** Estuvo conformada por 4 grupos de cinco animales cada uno.

**Muestra:** La muestra estuvo conformada por ratas de la especie *Rattus rattus* var. *albinus*.

**Unidad de análisis:** Estuvo conformada por una rata de la especie *Rattus rattus* var. *albinus*.

### Selección, adaptación y distribución de los animales experimentales

Se utilizaron 20 ratas hembras isogénicas de la especie *Rattus rattus* var. *albinus*, de 03 meses de edad y 200+-230 g de peso promedio vivo en aparente buen estado de salud; provenientes del bioterio de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Trujillo. Los animales fueron ubicados en el laboratorio de Fisiología y Química Biológica de la Universidad Nacional de Trujillo donde se ejecutó el proceso experimental, estos animales tuvieron un tiempo de adaptación de 7 días, a una temperatura de 20 a 22°C, con dieta balanceada (crecimiento) y agua ad libitum donde se mantuvieron en grupos de 05 animales en jaulas metálicas incluyendo ciclos de luz-oscuridad; con cambio diario de cama (viruta). En este periodo no se administró ninguna sustancia ni se realizó ningún tipo de procedimiento. El octavo día se tomó como día 01, se realizó el pesado de todos los animales con su respectiva rotulación y fueron consignadas las observaciones necesarias en la Ficha de Recolección de Datos de cada animal. Aquí se inició el periodo de ayuno por 24 horas para todos los animales. La inducción de hiperglicemia en ratas se hizo con 2g de glucosa kg/p.c. disuelta en agua destilada p.c. Luego se realizó la dosificación, midiendo su glucosa sérica a los 30, 60, 90 y 120 minutos (postratamiento). Para medir la glucosa en sangre se empleó un glucómetro NIPRO TRUE

METRIX DIAGNOSTICS U. S. A. de fabricación norteamericana con el empleo de tiras reactivas de prueba. El tiempo total del experimento duró cinco días.

### Concentración óptima de las hojas de *Stachis arvensis* L. “subsacha”

Las hojas de *Stachis arvensis* L fueron recolectadas y tratados en la provincia de Chachapoyas, Departamento de Amazonas. Una vez recolectadas fueron lavadas y limpiadas con agua; luego se secaron y guardaron en bolsas de papel oscuro, para luego ser trasladadas a la ciudad de Trujillo. La especie fue confirmada por un biólogo de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza. Las hojas de susacha se secaron y se molieron hasta la obtención de un polvo fino y se pesaron 10g de dicho polvo y se colocaron en un frasco de vidrio. Luego al polvo fino de susacha se disolvió en 100 mL de agua destilada y se hirvió ligeramente por 10 minutos hasta obtener un infuso adecuado; luego se coló lográndose un extracto al 10%.

### Tratamientos

Se aplicó los tratamientos con una sonda orogástrica. Dicho tratamiento se llevó a cabo durante 5 días por animal, midiendo su glucosa basal antes del tratamiento, y a los 30, 60, 90 y 120 minutos postratamiento; teniéndose en cuenta la definición de los siguientes grupos:

### Aplicación del efecto hipoglicémico con inducción de hiperglicemia por ingesta de glucosa

Grupo 1	Solo se midió la glucosa basal
Grupo 2	Recibió glucosa 2g de kg/p.c. (luego se midió la glucosa a 30, 60, 90 y 120 minutos).
Grupo 3	Recibió glucosa 2g de kg/p.c. más subsacha 10% (luego se midió la glucosa a 30, 60, 90 y 120 minutos).
Grupo 4	Recibió glucosa 2g de kg/p.c. más glibenclámidica de 5 mg. (luego se midió la glucosa a 30, 60, 90 y 120 minutos).

**Repeticiones:** Se trabajó con 4 grupos de 5 animales cada uno.

### Evaluación de la glucosa sanguínea

Se hizo higiene al rabo de la rata con un fragmento de algodón con alcohol absoluto (96°), desde la parte inicial hasta la terminal. Se llevó a cabo un corte con una navaja bisturí en la vena caudal de la cola del animal. Se obtuvo una muestra de sangre recogiendo directamente con una tira reactiva anteladamente conectada al glucómetro digital (Nipro True Metrix). (Huamán, 2013).

### Estudio experiment

El total de *Rattus rattus* var. *albinus* fueron ubicados en un ambiente cerrado libre de estímulos para su adaptación, y recibieron dieta controlada por espacio de 07 días antes del experimento.

### Análisis estadístico

Se usó un diseño aleatorio simple completamente al azar (DCA) a efectos fijos con 4 tratamientos y 5 repeticiones de forma aleatoria. Los resultados obtenidos se evaluaron con un análisis de varianza (ANOVA) al 5% de significancia.

## III. RESULTADOS

Tabla 1: Niveles de glucosa sanguínea (mg/dL) de *Rattus rattus* var. *albinus* a diferentes tiempos durante el tratamiento con una dosis de *Stachis arvensis* L.

Tratamientos	Estadísticos	Basal	30 minutos	60 minutos	90 minutos	120 minutos
Testigo (agua destilada)	Promedio	90,25	79,75	81,50	77,50	73,25
	Desviación estándar	12,842	15,607	20,535	11,902	22,111
Control (glucosa)	Promedio	76,00	108,75	103,75	86,00	75,00
	Desviación estándar	12,463	12,894	11,615	12,111	8,042
Problema 1 (glucosa + <i>S. arvensis</i> L.)	Promedio	72,60	104,40	90,40	100,80	83,60
	Desviación estándar	13,903	27,153	17,897	52,566	45,512
Problema 2 (glucosa + glibenclámidica)	Promedio	78,40	107,20	98,00	84,00	67,20
	Desviación estándar	17,053	21,522	22,394	22,260	7,662

En la tabla 1 se muestran los efectos de *Stachis arvensis* L. en la glucosa sanguínea de ratas saludables observándose una ligera reducción en los niveles de glucemia dentro de los parámetros normales (70 a 110 mg/dL en sangre); En el grupo Problema 2: las variaciones de glicemia no tuvieron significancia estadística con la aplicación de glibenclámidica a los tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos comparados con el grupo Problema 1

Tabla 2: Confrontación de la glicemia durante la administración de los tratamientos.

Glucosa	Fuente de variación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inicial	Inter-grupos	748,628	3	249,543	1,206	,344
	Intra-grupos	2897,150	14	206,939		
	Total	3645,778	17			
A los 30 minutos	Inter-grupos	2294,500	3	764,833	1,775	,198
	Intra-grupos	6031,500	14	430,821		
	Total	8326,000	17			
A los 60 minutos	Inter-grupos	1145,550	3	381,850	1,078	,390
	Intra-grupos	4956,950	14	354,068		
	Total	6102,500	17			
A los 90 minutos	Inter-grupos	1354,200	3	451,400	,455	,718
	Intra-grupos	13899,800	14	992,843		
	Total	15254,000	17			
A los 120 minutos	Inter-grupos	685,750	3	228,583	,314	,815
	Intra-grupos	10180,750	14	727,196		
	Total	10866,500	17			

**Decisión:** Como la significancia es mayor a 0.05 se acepta  $H_0$  para cada uno de los 4 grupos.

**Conclusión:** No hay diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de la glucosa en los 4 tratamientos para cada grupo, con el 95% de confianza.

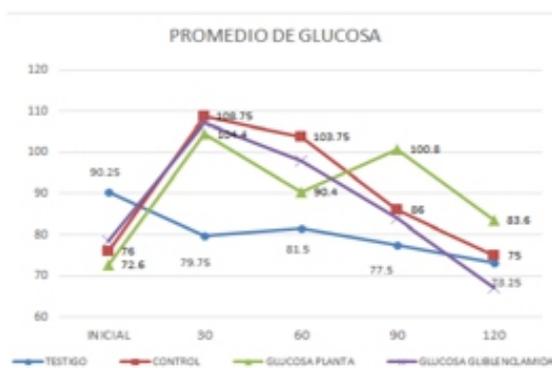


Figura 1: Niveles de glucosa sanguínea (mg/dL) en los grupos Testigo, Control, Problema 1 y Problema 2 antes y después de la aplicación del infuso de *Stachis arvensis* L.

En la tabla 2 y figura 1 todos los tratamientos (grupo testigo, grupo control, grupo Problema 1 y grupo Problema 2) tomando en cuenta las aplicaciones de *Stachis arvensis* L. y de la glibenclamida a los tiempos de 30, 60, 90 y 120 minutos; no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

#### IV. DISCUSIÓN

Se calcula que al 2025 existirán en el mundo 300 millones de diabéticos, de los que el 90% tendrá diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Un dato destacable es que en todos los estudios epidemiológicos realizados sobre la DM2 (independientemente del criterio diagnóstico empleado), entre el 30 y el 50% de los pacientes desconocen que tienen la enfermedad. (Triana, 2001). Se calcula que en 2014 la prevalencia mundial de la diabetes fue del 9% entre los adultos mayores de 18 años (Global status, 2014). Se calcula que en 2012 fallecieron 1,5 millones de personas como consecuencia directa de la diabetes (World Health Organization, 2014).

En la evaluación de la glicemia (tabla 1 y figura 1) los resultados de este estudio coinciden con los trabajos desarrollados por Campusano y Kennedy (2016) y López et al., (2001) ensayando los extractos vegetales de *Berdiana* y *Bidens alva* donde los valores de glucosa sanguínea encontrados no sufrieron variaciones fuera de los límites considerados normales de la glucosa (70-110 mg/dL) en animales de experimentación. Concordamos con Castillo y Colonia (2015) que en su investigación llamada "Efecto del extracto crudo de *Morinda*

*citrifolia* L. "noni" y *Vitis vinifera* L. "uva" sobre los niveles de glucosa en *Rattus rattus* var. *novergicus*" al emplear una dosis de los vegetales mencionados no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

La carga oral de glucosa que se administró al grupo control en comparación con el grupo que recibió glucosa más el infuso de *Stachis arvensis* L. "sucsacha" no presentaron estadísticamente diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entendiéndose que la función cumplida por la insulina como por la hormona glucagón sobre el nivel de glicemia fue estable. La insulina como hormona anabólica promueve el almacenamiento y la síntesis de lípidos, proteínas y carbohidratos e inhibe su descomposición y liberación al torrente sanguíneo. El almacenamiento de energía mediado por la insulina se incrementa cuando se guarda en el músculo y en el tejido adiposo (Chang et al., 2004). De esta forma la insulina es un regulador de la glucosa en el plasma sanguíneo.

En la tabla 2 haciendo la confrontación entre el grupo testigo que recibió solo glucosa y los grupos Problema 1 (glucosa más planta) y el grupo Problema 2 (glucosa más glibenclamida) significativamente no hubo diferencias significativas (ANOVA). Huamán aplicando a un grupo de ratas sanas una carga de glucosa y a otro grupo glucosa más orégano comparándolos con el grupo testigo tampoco halló diferencias significativas lo que también demostró que el infuso de esta planta no tuvo efecto sobre la glicemia de las ratas; atribuyendo y comparando este resultado a la acción de la metformina que solo se vuelve hiperglicemiante cuando los animales se encuentran en un estado de diabetes mellitus tipo 2. Concordamos con Huamán (2013) quien afirma que la ausencia de efecto hipoglicemiante podría deberse a la liberación de insulina en un páncreas saludable y por ende, a la acción compensatoria de la hormona glucagón liberado por las células alfa del páncreas.

En la tabla 2 el análisis ANOVA (intragrupos e intergrupos) entre el grupo control y los grupos Problema 1 y Problema 2 siendo  $p > 0,05$  no hubo diferencias significativas estadísticamente. La glucosa sanguínea se mantuvo en equilibrio esto nos llevaría a afirmar que posibles mecanismos de acción que mantendrían esta estabilidad sería por una reducción de absorción de glucosa a nivel del aparato digestivo; también fueron respaldados por García y Rocha (2005).

Isaza y colaboradores (2006) administrando extractos acuosos de *Senna reticulata* a ratones normoglicémicos produjeron durante todo el experimento una disminución dentro de los parámetros normales de glicemia plasmática

incluyendo la acción de la glibenclamida y no produjeron una disminución de la glicemia en porcentajes que fueran estadísticamente significativos. Según el autor, la glibenclamida sólo logró un efecto hipoglicemiante significativo ( $p < 0,016$ ) a la hora 24 (más tiempo de exposición en la sangre de los animales). En los resultados de este estudio por los tiempos empleados (30, 60, 90 y 120 minutos) que fueron muy cortos posiblemente pareciera que el vegetal no tuvo una acción hipoglicemiante intercediendo por la libertad de la insulina (Isaza et al., 2002; AMERICAN SOCIETY OF HEALTH, 2005; Willson, 2000) y muchos otros posibles procesos de acción, que habría que dilucidar en futuras investigaciones.

Para Reyes & Salcedo (2017) quienes aplicaron un test de tolerancia a la glucosa (sobrecarga) a ratas, administrando el extracto de *Vaccinium corymbosum* "arandano" a simple (40 mg/Kg) y doble dosis (80 mg/Kg) logrando una acción hipoglucémica en los animales. Discrepamos con tales autores porque en este trabajo no se aplicó una doble dosis de la sucsacha que quizá otros hubiesen sido los resultados; pero los mismos no utilizaron un fármaco comparativo para mayor validez y contrastación científica de su trabajo investigativo.

Según Ventura (2012) que desarrolló un trabajo en ratones sanos (sin inducción diabética) usando extractos de acetona, hexano y metanol de *Curcubita ficifolia* y *Teucrium chamaedry* logró un efecto hipoglicemiante en la sangre de los animales en experimentación. El extracto acuoso de la sucsacha en ratas realizado en este estudio no habría tenido éxito de ser un agente hipoglicémico porque no se extrajo los bioconstituyentes orgánicos (que solamente pueden extraerse con sustancias orgánicas) con compuestos orgánicos y que aplicados a los grupos de experimentación se hubiera obtenido la hipoglicemia deseada. El otro factor determinante que causó hipoglicemia en los ratones fue el tiempo utilizado (30°, 60°, 90° y 120° minutos) por Ventura. Estos resultados hipoglicemiantes concuerdan con el trabajo llevado a cabo por Contreras (2005) usando extractos de hexano, cloroformo, metanol aplicados en ratones habiendo encontrado que el responsable de esta hipoglicemia sería un compuesto orgánico de origen grasoso. No se puede menospreciar la acción hipoglicémica de la sucsacha, falta realizar estudios con concentraciones superiores a lo probado en este estudio así como también la utilización de extractos orgánicos más puros donde se extraiga y se conozca el y/o los fitoconstituyente (s) responsables de la hipoglicemia. Como los extractos de hexano,  $\text{CHCl}_3$  (cloroformo) y MeOH (metanol) ensayados por

Velázquez et al., (2013) obtenidos de las raíces de *Acrocomia mexicana*, provocaron una disminución de los niveles de glucosa en la sangre de ratas Wistar. Una vez más se demuestra que los extractos orgánicos extraerían el o los fitoconstituyentes de la planta que serían los responsables que la planta sea hipoglicémica a diferencia del uso de una infusión como la aplicada en este estudio.

En la metodología aplicada en este estudio sobre biomodelos en ratas de experimentación no armonizamos con lo aplicado por Isea et al., (2010) quienes en su estudio titulado "Efecto hipoglicemiante de *Azadirachta indica* A. Juss., *Phyllanthus niruri* L. y su combinación en ratas normales" lograron un efecto hipoglicémico en ratas albinas al aplicarles una dosis combinada de dichos extractos vegetales. Discrepamos con León (2011) quien en su estudio denominado "Efecto hipoglucemiante del extracto de las hojas de *Artocarpus altilis* en ratas (*Rattus norvegicus*), con hiperglucemia inducida" utilizaron un tiempo más prolongado (30 minutos, 6 horas, 18 horas, 24 horas y 36 horas) durante los tratamientos lo que fue decisivo para determinar que el extracto de las hojas de la planta tuviese efecto hipoglicémico.

En las condiciones experimentales la dosis administrada de un infuso de *Stachis arvensis* L. a 10 % sobre la glucosa sanguínea (mg/dL) de *Rattus rattus* var. *albinus* no presentó un efecto hipoglicémico.

## V. CONCLUSIONES

-En las condiciones experimentales la dosis administrada de un infuso de *Stachis arvensis* L. a 10 % sobre la glucosa sanguínea (mg/dL) de *Rattus rattus* var. *albinus* no presentó un efecto hipoglicémico.

-La glibenclamida utilizada como grupo comparativo no disminuyó significativamente la glicemia en la sangre de los animales.

-Entre los grupos control, Problema 1 y Problema 2 sobre hipoglicemia en *Rattus rattus* var. *albinus* no hubo estadísticamente diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

## VI. RECOMENDACIONES

-Los resultados encontrados en este estudio necesitan otras investigaciones sobre los principios activos de los fitoconstituyentes y su aclaración sobre sus posibles mecanismos de acción.

-Promover la investigación básica y tecnológica con plantas medicinales de uso popular en nuestra Región de Amazonas.

-Ejecutar estudios de uso y efectos de la medicina natural en diabetes mellitus 2 en la población amazónica.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society of Health-System Pharmacists. (2005). American Hospital Formulary Service (AHFS). Drug Information. 3005-3018.
- Campusano, M., Kennedy, M. (2016). Evaluación de la influencia del Extracto de *Berdiana* sobre la glucemia y el peso en ratones normo e hiperglicémicos. *Medicina*. N° 11: 93-96.
- Castillo, S. Colonia, S. (2015). "Efecto del extracto crudo de *Morinda citrifolia* L. "noni" y *Vitis vinífera* L. "uva" sobre los niveles de glucosa en *Rattus rattus* var. *novergicus*". Universidad Nacional de Trujillo-Perú.
- Contreras, C. (2005). Actividad hipoglucemiante de *Psacalium peltatum* H.B.K. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. México.
- Chang, L., Chiang, S., Saltiel, A. (2004). Insulin signaling and the regulation of glucose transport. *Medicine Molecular*. 10: 7-12.
- García, A., Rocha, I. (2005). Efecto de *Mangifera indica* sobre la hiperglicemia aguda en ratas normoglicémicas. Universidad de Chile. Fac. de Medicina.
- García, F; y Solís J. (2007). Prevalencia de diabetes mellitus y factores de riesgo en una población urbana. *Rev. Soc. Perú. Med. Interna*.
- Global status. (2014). Geneva, World Health Organization.
- Guevara, A. (2011). Mecanismo de acción del infuso de *Gentianella gilgiana* para disminuir la hiperglicemia en *Rattus norvegicus* var. *albinus* diabéticos. Tesis para optar el Grado Académico de Doctora en Ciencias Biomédicas. UNT.
- Gugliucci, A. (2000). Glicación de proteínas: Rol protagónico de la hiperglicemia en las complicaciones crónicas de la diabetes mellitus. *Rev. Med. Uruguay*. Vol.16. California- EE.UU.
- Huamán, J. (2013). Acción del extracto de *Oreganum vulgare* "orégano" sobre el nivel de glucemia en *Rattus rattus* var. *albinus* "rata" en condiciones de laboratorio. Tesis para optar el grado de Biólogo. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Isaza, G., Cristancho, L., Cruz, A., Castillo, H. (2006). Efectos de la *Senna reticulata* en la glucemia de ratones normoglicémicos e hiperglicémicos. *Medicina Veterinaria y Zootecnia*. Colombia.
- Isaza, C; Isaza, G; Fuentes, J; Marulanda, T. (2002). Fundamentos de farmacología en terapéutica. 4ta. edición. Pereira: Postergraph. pp. 313-321.
- Isea, G., Rodríguez, I., Sánchez, E., Montero, M. (2010). Efecto hipoglucemiante de *Azadirachta indica* A. Juss., *Phyllanthus niruri* L. y su combinación en ratas normales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*.
- León, J. (2011). Efecto hipoglucemiante del extracto de las hojas de frutipán (*Artocarpus altilis*) en ratas (*Rattus norvegicus*), con hiperglicemia inducida. Ecuador.
- Lezaeta, M. (2016). La medicina natural al alcance de todos. Edic. Editorial Keir S.A. Buenos Aires. Argentina.
- Reyes, V., Salcedo, J. (2017). Efecto del extracto crudo de frutos frescos de *Vaccinium corymbosum* "arandano" sobre tolerancia a la glucosa oral en *Rattus norvegicus* var. *albinus*. Universidad Nacional de Trujillo. Perú.
- Ricart, W. (2003). Enfermedad aguda crítica e hiperglicemia. *Diabetes, endocrinología y nutrición*. España.
- Triana, T. (2001). La hiperglicemia y sus efectos tóxicos. *Rev. Cubana*; 2(2): 131-141, ciudad de la Habana- cuba.
- Velázquez, A., Reyes, B., Álvarez, J., Rodríguez, L. (2013). Efecto hipoglucémico de extractos de *Acrocomia mexicana* en ratas Wistar. Instituto de Horticultura, Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Ventura, L. (2012). Evaluación fitoquímica e hipoglucemiante de *Curcubita ficifolia* y *Teucrium chamaedrys*. México.
- Willson, (2000). The PPARs: from orphan receptors to drug discovery. *E. J. Med. Chem*. 43(2): 527-50.
- World Health Organization. (2014). Deaths by Cause, Age, Sex and Country, 2000-2012.

Geneva, WHO, 2014.

**Percepción y consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, hospitales Red Asistencial-Essalud, Amazonas – 2018.****Perception and consumption of medicinal plants in nursing professionals, hospitales red asistencial-Essalud, Amazonas - 2018.**Yshoner Antonio Silva Díaz<sup>1</sup>; Luz Edith Aguilar Guevara<sup>2</sup>**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación de enfoque cuantitativo fue de nivel descriptivo, de corte transversal prospectivo; se realizó con el objetivo de diagnosticar la percepción y consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, Hospitales Red Asistencial-EsSalud, Amazonas-2018. La muestra estuvo constituida por 61 profesionales de enfermería. Se utilizó como instrumentos: el cuestionario de percepción y de consumo de las plantas medicinales. Los resultados: existe relación altamente significativa sobre la percepción y consumo de las plantas medicinales por los profesionales de enfermería de la Red Asistencia EsSalud Amazonas ( $X^2=4,33$ ;  $G1=4$ ;  $p=0.649 > 0.05$ ); la percepción es buena con el 69.4% y un alto consumo con un 85.5%; el consumo de plantas medicinales por los profesionales de enfermería según el sexo masculino es alto con el 32% y en las mujeres es de 52%. Las conclusiones: la percepción de las plantas medicinales de los profesionales de enfermería existe una percepción buena y regular. Los profesionales de enfermería de los hospitales de la Red Asistencial Amazonas – EsSalud, presentan un consumo alto de las plantas medicinales; tanto los varones y las mujeres muestran buena percepción sobre las plantas medicinales, de igual forma existe un alto consumo.

**Palabras clave:** percepción, consumo, plantas medicinales, profesionales de enfermería y hospitales.

**ABSTRACT**

The present work of investigation of quantitative approach was of descriptive level, of prospective transversal cut; was carried out with the objective of diagnosing the perception and consumption of medicinal plants in nursing professionals, Red Asistencial Hospitals-EsSalud, Amazonas-2018. The sample consisted of 61 nursing professionals. We used as instruments: the questionnaire of perception and consumption of medicinal plants. The results: there is a highly significant relationship on the perception and consumption of medicinal plants by the nursing professionals of the EsSalud Amazonas Assistance Network ( $X^2 = 4.33$ ,  $G1 = 4$ ,  $p = 0.649 > 0.05$ ); perception is good with 69.4% and high consumption with 85.5%; The consumption of medicinal plants by nursing professionals according to the male sex is high with 32% and in women it is 52%. The conclusions: the perception of medicinal plants of nursing professionals there is a good and regular perception. The nursing professionals of the hospitals of the Amazonas Assistance Network - EsSalud, have a high consumption of medicinal plants; Both men and women show good perception about medicinal plants, in the same way there is a high consumption.

**Keywords:** perception, consumption, medicinal plants, nursing professionals and hospitals

<sup>1</sup>Magister, Docente de la Facultad de Ciencias de la Salud; Director del Departamento Académico de Salud Pública de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Email: [yshoner@hotmail.com](mailto:yshoner@hotmail.com)

<sup>2</sup>Licenciada en Enfermería. Enfermera Asistencial del Hospital I Higos Urco-EsSalud Chachapoyas. Email: [luzedith82@hotmail.com](mailto:luzedith82@hotmail.com)

## I. INTRODUCCIÓN

La percepción y el consumo de las plantas medicinales en las personas, ha venido siendo utilizado como medicina alternativa para aliviar los problemas de salud, por lo que más del 75% de las personas utilizan las plantas medicinales. En Europa, se estimó el mercado anual en el uso de las plantas medicinales en 7000 millones de euros. En España muy a la cola de otros países europeos como Alemania o Francia, según el informe de resultados de la “Investigación sobre los hábitos de consumo de plantas con fines terapéuticos en España” publicado por Infito (Centro de Investigación sobre Fitoterapia) en, 1 de cada 3 personas (32,8%) consume plantas con fines terapéuticos. (Alonso, 2015).

Desde la eclosión de los fármacos de síntesis que forma la base de la terapéutica oficial de los países occidentales, las plantas de uso medicinal han seguido teniendo, no obstante, un lugar principal en el desarrollo de la farmacología. Se calcula que existen en el mundo más de 250 mil especies vegetales; de entre ellas se consideran como potencialmente medicinales unas 12 mil especies, pero debe tenerse en cuenta que solo se tiene conocimiento científico de un 10% del total de las especies (Alonso, 2015).

El consumo de plantas medicinales con fines terapéuticos en la población española por comunidades autónomas. Entre ellos cabe destacar el perfil del consumidor y el nivel de conocimientos, que se define mayoritariamente como el de una mujer (74,6%), de clase media (media: 42,8% media alta: 22,8% media baja: 34,4%) y de edad madura (36 a 50 años: 32,9%, > de 50 años: 45,4%). En cuanto a la tradición de uso, 1 de cada 4 consumidores (25%) reconoce tradición de uso familiar o en su entorno, y entre los consumidores, 1 de cada 3 (29%) tiene consumo diario, dándose la mayor frecuencia de consumo diario entre las mujeres y a medida que avanza la edad.

El consumo de las plantas medicinales en el Perú es tan antiguo como nuestra cultura andina, muchos conocimientos se encuentran arraigados en el saber popular, sin embargo, la excesiva “modernización” de la Medicina Occidental ha hecho que estos conocimientos sean relegados, y en ciertos aspectos, hasta olvidados. Dentro de este contexto, el uso de las plantas medicinales ha sido y seguirá siendo una alternativa preventiva y curativa para la salud, pero como todo recurso natural está sujeto a la extracción indiscriminada por simple recolección y su consumo no estará garantizado mientras no existan normas que aseguren su sanidad y calidad. (Comisión de Ambiente, Ecología. Congreso de la República del

Perú, 2013).

En la Región Amazonas, desde su descubrimiento ha existido siempre una diversidad cultural, tal es así por ejemplo, el 34% de la población total de Amazonas utilizan diferentes tipos de medicina tradicional y rituales para el tratamiento de las enfermedades. Existen comunidades nativas en las provincias de Bagua y Condorcanqui habitan en los distritos selváticos de Bagua, Aramango e Imaza. Poseen su propio idioma y dialecto y una singular artesanía y utilizan las plantas medicinales de diversas formas y con diferentes utilidades de acuerdo a la variedad de plantas que existen en cada parte de la Región Amazonas. Son representantes de este grupo humano los agurunas y los huambisas y representan el 23% de la población total del departamento de Amazonas y el 6% corresponde a personas adultas mayores (INDES, 2014).

El perfil del personal de la salud debería ser: haber nacido y crecido en el boom de las nanotecnologías, adaptados al cambio tecnológico, pero tendrán que enfrentar dilemas éticos complejos, cambios en las terapéuticas, exigencias de especialización, dominio de idiomas, competencias interculturales y uso de la investigación” (Castrillón, 2014).

Considerando esta realidad problemática a nivel internacional, nacional y local se planteó el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la percepción y consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, Hospitales Red Asistencial-EsSalud, Amazonas - 2018?, teniendo en cuenta que cada civilización tiene sus propias plantas curativas o medicinales.

La percepción y el efecto curativo de la medicina tradicional normalmente se basan en la aplicación de diferentes hierbas medicinales y otros productos de la naturaleza (tierra, agua, productos de origen animal, etc.) con frecuencia en un rito especial que solamente conoce el curandero o médico tradicional. Durante la evolución de la humanidad se desarrolló un conocimiento profundo del efecto curativo de las plantas dentro de cada civilización. Conocemos por ejemplo la medicina tradicional China, la medicina Ayurveda de la India y el curanderismo de Latinoamérica. La eficacia de la medicina tradicional normalmente no es transferible, sino está ligada a la civilización donde se desarrolló. Si tratamos las plantas medicinales como recursos genéticos, podemos afirmar que existe una riqueza botánica enorme, especialmente en los países andinos. Hasta hoy día, el campesino o la «hierbera» recolecta las plantas medicinales del campo. Pero conforme pasa el tiempo muchas especies ya son escasas, principalmente aquellas de las cuales se utilizan las

raíces. Las especies vegetales curativas por naturaleza son recursos naturales renovables, esto significa que tienen la capacidad de reproducirse tanto sexualmente como vegetativamente y de esta manera mantener el stock natural de manera constante a través del tiempo.

Asimismo, no existe garantía sobre la procedencia, porque muchas plantas medicinales pueden haber sido recogidas de zonas cercanas basurales, desagües, carreteras o acequias infestadas por diversos parásitos. Muchas plantas medicinales cultivadas como la “manzanilla”, el “toronjil” y la “menta” entre otras especies, provienen de campos contaminados por agroquímicos (fertilizantes sintéticos, pesticidas, herbicidas y fungicidas).

Por lo tanto se planteó como objetivo general determinar la percepción y consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, Hospitales Red Asistencial-EsSalud, Amazonas – 2018, con la finalidad de realizar un diagnóstico de la percepción y consumo de las plantas medicinales por parte de los profesionales de enfermería que laboran en los hospitales de la Red Asistencial Amazonas.

En los siguientes capítulos de la tesis se presentan los objetivos, el marco teórico utilizado para la investigación, los materiales y métodos, los resultados y discusión así como las conclusiones y recomendaciones.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

Estuvo conformado por todos los profesionales de enfermería de los Hospitales de EsSalud de la Red Asistencial Amazonas: Hospital I Higos Urco (25), Hospital El Buen Samaritano Utcubamba (18), Hospital Héroes del Cenepa (18), hicieron un total de 61.

### Criterios de inclusión:

- Licenciados de enfermería de ambos sexos que desearon participar de manera voluntaria de la presente investigación.
- Licenciados de enfermería que laboraron en los Hospitales de la Red Asistencial EsSalud Amazonas.
- Licenciados de enfermería que laboraron en el área asistencial y administrativa.
- Licenciados de enfermería que laboraron en los diferentes servicios asistenciales.

### Criterios de Exclusión:

- Licenciados de enfermería de ambos sexos que no desearon participar de la presente investigación.
- Licenciados de enfermería que no laboraron en

EsSalud de la Red Asistencial Amazonas.

- Licenciados de enfermería que se encontraron con Licencia sin goce.

### Métodos:

Método: El método que se utilizó fue la encuesta (Hernández, 1994).

Técnica e instrumentos de recolección de datos. Para medir la variable en estudio se utilizó la técnica del cuestionario, que ayudó a la recopilación de datos a través de ítems tipo Likert (Hernández, 2010).

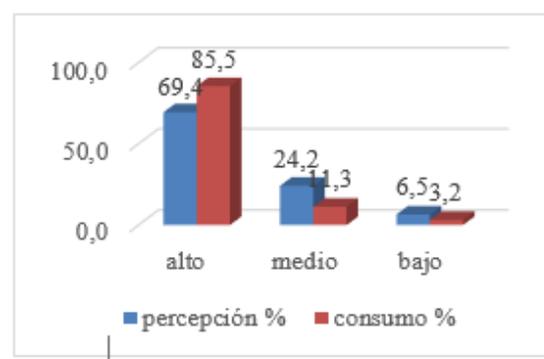
### Instrumento:

Para obtener la información básica a fin de cumplir con los objetivos propuestos, para la variable 1: percepción de los profesionales de enfermería de las plantas medicinales se utilizó la guía de cuestionario, que consta de 25 ítems; las respuestas fueron según la escala ordinal de tipo Likert, donde 1= nunca; 2= casi nunca; 3= A veces; 4= casi siempre y 5= siempre.

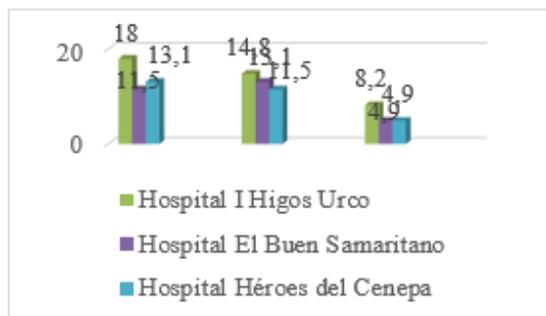
Para la variable 2: consumo de las plantas medicinales se utilizó como instrumento la guía de cuestionario con una escala de medición de tipo ordinal (Likert) elaborado por el autor; se identificó el consumo de las plantas medicinales en los profesionales de enfermería de los hospitales de la Red Asistencial Amazonas-EsSalud-2018, que constó de 2 dimensiones, se aplicó la guía de cuestionario tipo likert, donde los licenciados en enfermería tuvieron que marcar según su criterio nunca, casi nunca, a veces, casi siempre y siempre. El tiempo para el llenado del instrumento fue de 10 minutos. Se asignó un puntaje tal como se detalla:

## III. RESULTADOS

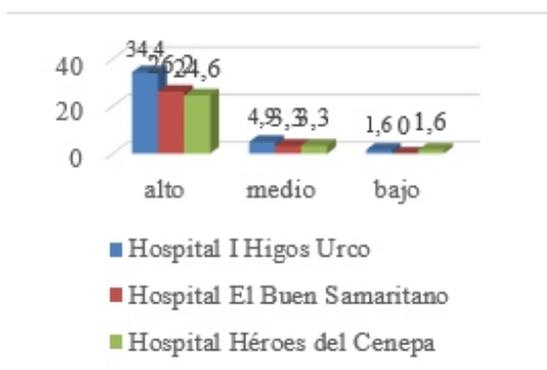
**Figura 1: Percepción y consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, Hospitales Red Asistencial-EsSalud, Amazonas - 2018.**



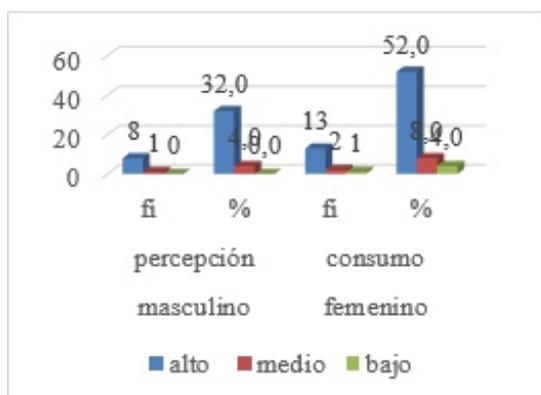
**Figura 2: Diagnostico de la percepción de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, Hospitales Red Asistencial-EsSalud, Amazonas-2018.**



**Figura 3: Diagnostico del consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, Hospitales Red Asistencial-EsSalud, Amazonas-2018.**



**Figura 4: Diagnóstico de consumo de plantas medicinales en los profesionales de enfermería, según sexo, Hospitales Red Asistencial-EsSalud, Amazonas-2018.**



#### IV. DISCUSIÓN

En la figura 01, se evidencia que del 100% de las personas que se les aplicó la guía de cuestionario, el 69.4 % presentaron buena percepción de las plantas medicinales y el 85 % presentaron un alto consumo de las mismas. Se afirma la hipótesis alterna:  $X^2=4,33; G1=4; p=0.649 > 0.05$ .

Al respecto, Fernández (2014), en Chile; en su trabajo de investigación cuyo objetivo fue: determinar la percepción tienen las personas sobre el uso de las plantas medicinales en la comuna de Nueva Imperial. Los resultados: un 80% usa las plantas medicinales como infusión (a beber).

Se puede afirmar que tanto el consumo como la percepción sobre las plantas medicinales, es positivo tanto para los profesionales de enfermería y para todas las personas; guarda relación los resultados de Fernández con los nuestros donde se refleja que éstas se consumen de diferente manera, realizándose su consumo de diversas maneras para aliviar el dolor, tratar infecciones, como desinflamantes, etc.

En la figura 02, se obtiene por resultado, respecto al diagnóstico de la percepción de las plantas medicinales de los profesionales de enfermería que existe una percepción buena y regular.

Clement, (2015); en Trinidad Venezuela. En su investigación cuyo objetivo fue: evaluar la percepción de eficacia de las plantas medicinales por los usuarios acceder a los servicios de salud primaria de todo el territorio de Trinidad. Resultados: 265 usuarios a base de plantas entraron en el estudio y cita más de 100 hierbas para la promoción de la salud / bienestar y la gestión de determinados problemas de salud. El ajo es el más popular de hierbas (en el 48,3% de la muestra) y se utilizó para el resfriado común, tos, fiebre, como «limpieza de sangre" y carminativos. También se utilizó en un 20% de pacientes con hipertensión. 230 usuarios (86,8%) indicaron que las hierbas son eficaces y la percepción de que habían igual o mayor eficacia que los medicamentos alopáticos convencionales. Género, etnicidad, ingresos y años de educación formal no haya influido en los pacientes la percepción de la eficacia de hierba, pero sí la edad ( $p = 0,036$ ). El uso concomitante de hierbas y medicamentos alopáticos es relativamente alto en el 30%, y la mayoría de los usuarios no informó a su médico tratante. Conclusión: la mayoría de los usuarios tienen la percepción de que las hierbas son eficaces, y en algunos casos, más eficaz que los medicamentos convencionales. Sugerimos que esta percepción puede ser un importante factor que influye en la sostenida y creciente popularidad de las hierbas.

Al respecto se evidencia que existe coincidencia con los resultados obtenidos, esto debido a que se afirma que existe buena percepción respecto al uso de las plantas medicinales, y es que necesariamente debemos aceptar que en nuestro medio se utiliza las plantas medicinales en su mayoría para el tratamiento de diversas enfermedades, claro que se debería manejar el tema de la dosificación y la planta adecuada específicamente para tratar cierta enfermedad. En EsSalud se ha implementado a nivel nacional el área de medicina alternativa donde existen profesionales médicos y no médicos entrenados para recetar medicina complementaria en el tratamiento de distintos males de las personas aseguradas, esto definitivamente se realiza porque existe buena percepción de las plantas medicinales y sus resultados positivos en el tratamiento de las mismas.

En la figura 03, se obtiene como resultado: que en el Hospital I Higos Urco Chachapoyas el 34,4% presentan un consumo alto de las plantas medicinales, continuado por el Hospital el Buen Samaritano de Utcubamba donde los profesionales de enfermería presentan un consumo alto (26,2%) y los profesionales de enfermería del Hospital Héroes del Cenepa-Bagua presentan de igual forma un consumo elevado (24,6%).

En consecuencia, Aguilar (2017), en Chile, en su investigación: consumo que tienen las personas sobre el uso de las plantas medicinales en la comuna de Nueva Imperial. Los resultados del proyecto un 80% usan las plantas medicinales como infusión (a beber). De esto un gran número las prepara de una manera inadecuada lo que implica muchas veces quitarles sus propiedades curativas e incluso se corre el riesgo de intoxicación. Un amplio porcentaje de los encuestados manifestó interés por la masificación de este conocimiento, sobre todo en la correcta preparación y elaboración de productos naturales basados en plantas medicinales recolectados en nuestra comuna. Otro grupo importante (22%) opina que faltan lugares donde aprender técnicas relacionadas con medicina herbaria. En relación al conocimiento de las Plantas medicinales; se puede concluir que las personas conocen hasta 15 plantas para remedio, pero desconocen una preparación adecuada para mejorar enfermedades más comunes.

Chávez y Roldán, (1994), refiere que en cuanto a la tradición de consumo, 1 de cada 4 consumidores (25%) reconoce tradición de uso familiar o en su entorno. Asimismo las encuestas realizadas en 2006 para la elaboración del Libro Blanco de los herbolarios dieron como principal razón de los usuarios para el consumo de “medicina natural” el

consejo familiar, con un 56% de respuestas.

Al respecto, se puede manifestar que existe en todos los ámbitos similitud respecto al consumo de las plantas medicinales, si bien es cierto, en algunas ocasiones los profesionales de enfermería niegan el uso de las mismas con los mismos pacientes, pero realmente es que cada profesional de alguna manera siempre utiliza y/o consumen las plantas medicinales.

El consumo de plantas medicinales en el Perú es tan antiguo como nuestra cultura andina, muchos conocimientos se encuentran arraigados en el saber popular, sin embargo, la excesiva “modernización” de la Medicina Occidental ha hecho que estos conocimientos sean relegados y en ciertos aspectos, hasta olvidados. Dentro de este contexto, el uso de las plantas medicinales ha sido y seguirá siendo una alternativa preventiva y curativa para la salud, pero como todo recurso natural está sujeto a la extracción indiscriminada por simple recolección y su consumo no estará garantizado mientras no existan normas que aseguren su sanidad y calidad. (Comisión de Ambiente, Ecología. Congreso de la República del Perú, 1999).

En éste sentido coincide con lo que refiere la Comisión de Ambiente, Ecología del Congreso de la República; el uso de las plantas medicinales son usadas para diferentes tipos de enfermedades infecciosas, respiratorias urinarias, gastrointestinales, parasitarias ya sea de manera externa como interna, aunque en muchas veces no se maneje bien el tema de la dosificación, la conservación y todo lo que tenga que ver sobre la calidad del consumo.

## V. CONCLUSIONES

- Existe relación altamente significativa entre percepción y consumo de los profesionales de enfermería de los hospitales de la Red Asistencial Amazonas, EsSalud - 2018.
- Respecto al diagnóstico de la percepción de las plantas medicinales de los profesionales de enfermería existe una percepción buena y regular.
- Los profesionales de enfermería de los hospitales de la Red Asistencial Amazonas – EsSalud, presentan un consumo alto de las plantas medicinales.
- Los profesionales del sexo masculino y femenino muestran buena percepción sobre las plantas medicinales, de igual forma existe un alto consumo.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aguilar Sopla, Carla. 2017. Las plantas medicinales y concepción. Págs. 39–43.

Alonso, Galarza Glave. 2013. Amazonas: Lineamientos Estratégicos de Desarrollo – Plan Binacional de Desarrollo de la Región Fronteriza Perú – Ecuador, Capítulo, Perú. Págs. 141–144.

Castrillón Rabanal, Jaime. 2014. Percepción de las personas sobre las plantas medicinales. Págs. 56–63.

Clement Alarcón, Herbert. 2015. Uso de las las plantas medicinales. Pág. 43.

Fernández Pérez, Olga. 2014. Diversificación en la producción de plantas medicinales. Boletín de Plantas Medicinales y Aromáticas. Pág. 78.

Campos Jiménez S., Esquivel Blanco., Chacón Montero M. 2012. Proyecto de plantas medicinales colegio técnico profesional de Cóbano. Colegio Técnico Profesional de Cóbano, Instituto Nacional de biodiversidad de Costa Rica.

## Ruido producido por el tránsito vehicular en el centro histórico de Chachapoyas-Amazonas-Perú, 2018

### Noise produced by vehicular transit in the historic center of Chachapoyas-Amazonas-Perú, 2018

Edwin Adolfo Díaz Ortiz<sup>1</sup>

#### RESUMEN

El estudio evaluó el ruido ambiental en el centro histórico de la ciudad Chachapoyas en el departamento Amazonas (Perú), empleando sonómetros digitales tipo 2. Se identificaron seis estaciones de control del ruido, cinco en zonas residenciales y una en zona comercial, durante un periodo de tres meses, luego del cual se determinó que hay contaminación sonora en el centro histórico cuya expresión gráfica se presenta a través de mapas de ruido ambiental, elaborado con interpolación espacial con IDW (Inverse Distance Weighting). Los resultados revelan que existe contaminación sonora con valores que superan los 60 dBA y 70 dBA comercial y residencial respectivamente. Asimismo, mediante análisis estadístico se determinó que la zona con mayor ruido es la zona del mercado Modelo (71,692 dBA) y la zona con menor ruido es la plazuela Belén (66,869 dBA), que los valores del ruido demostraron diferencia significativa en todas las estaciones de muestreo y están influenciados por el tipo de vehículo del tránsito vehicular; además que el horario más ruidoso es desde las 17:30 hrs a 18:30 hrs, con valor promedio de 70,164dBA y que el flujo vehicular liviano y pesado es mayor en la estación P5 (Móvil Tours) y menor en la estación P2 (ILC).

**Palabras clave:** ruido ambiental, tránsito vehicular, centro histórico.

#### ABSTRACT

The study evaluated the environmental noise in the historic center of the city Chachapoyas in the Amazonas department (Perú), using type 2 digital sound level meters. Six noise control stations were identified, five in residential areas and one in commercial area, during a period of three months, after which it was determined that there is noise pollution in the historic center whose graphic expression is presented through environmental noise maps, elaborated with spatial interpolation with IDW (Inverse Distance Weighting). The results reveal that there is noise pollution with values that exceed 60 dBA and 70 commercial and residential dBA respectively. Also, by statistical analysis it was determined that the area with greater noise is the Modelo market (71,692 dBA) and the area with less noise is the Belen square (66,869 dBA), that noise values showed significant difference in all sampling stations and are influenced by the type of vehicle vehicular traffic; also that the loudest schedule is from 17:30 hrs to 18:30 hrs, with an average value of 70,164dBA and that the light and heavy vehicular flow is higher at station P5 (Mobile Tours) and lower at station P2 (ILC).

**Keywords:** environmental noise, vehicular transit, historic center.

---

<sup>1</sup>Ingeniero Civil. Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental. Doctorando en Ciencias e Ingeniería. Profesor Asociado de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. E-Mail: edwin.diaz@untrm.edu.pe

## I. INTRODUCCIÓN

Según y el ruido es causante de molestias permanentes y afecta notoriamente las condiciones de salubridad ambiental por la contaminación acústica que produce; así mismo determinan que la fuente principal son los tipos de vehículos, aunado al trazado y estado de las vías y a su circulación, resultando indeseable para ejecutar las actividades diarias de los pobladores. El parque automotor en Chachapoyas supera los 3000 vehículos, con mayor circulación en el centro histórico por las actividades comerciales, salud y educación y más aún sus principales vías se encuentran en mal estado y no había información de los niveles de ruido.

Por ello la presente investigación evaluó el nivel de ruido, debido al tránsito vehicular en el centro histórico de Chachapoyas, durante un periodo de tres meses en seis estaciones con el empleo de sonómetros tipo 2, elaborando el mapa de ruido y determinado la variabilidad del ruido a lo largo del tiempo en las diferentes estaciones, semanas, días y periodos de medición, determinándose la existencia de contaminación sonora. Situación similar a estudios llevados a cabo en la Habana en Cuba, que también afronta el incesante incremento del flujo vehicular, donde se realizó la modelación y estimación del nivel sonoro del tráfico con cuyos datos elaboraron el mapa de ruido, destacando la contaminación acústica en las principales vías de la ciudad, con valores mayores a sus límites normativos .

Quintero (2013), investigó el ruido en Tunja (Colombia), sosteniendo mediante análisis de correlación de Pearson y análisis de varianza Anova, que el nivel de ruido no guarda relación directa con la magnitud de los flujos de tráfico; sino que los niveles de ruido responden a los volúmenes por tipos específicos de vehículos. En Talca país de Chile, el estudio revela que la contaminación acústica en el centro de la ciudad genera daño irreparable en la vida y salud de las personas con consecuencias crónicas como pérdida de audición, cefaleas, irritabilidad, y náuseas, siendo atribuido a una alta congestión vehicular, peatonal y comercial en las calles del centro de la ciudad .

Santos (2007), en Lima determinó que el ruido afectaba al 46,15% de los entrevistados y que la fuente, más molestas que la genera es la de los vehículos. En el campus de la Pontificia Universidad Católica del Perú se detectó que la fuente principal de los niveles de ruido superiores a los límites proviene de los vehículos que transitan la Av. Universitaria y Riva Agüero y que la facultad más afectada con el impacto acústico es el centro preuniversitario

CEPREPUCP que alcanza valores de 80 dBA . Ciudades como Trujillo, también son afectadas por el ruido, según mediciones efectuadas los años 2010, 2011 y 2013 con valores superiores a 78 dBA superando a lo establecido en la Ordenanza Municipal N° 008-2007-MPT (SEGAT-Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo, 2010; MINAM & OEFA, 2011 y SEGAT - Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo, 2013).

En el ámbito local, en el campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas según Salas y Barboza (2016), los niveles de ruido ambiental son mayores a los establecidos en los ECA atribuyendo como causas principales a las actividades de construcción, uso de maquinaria pesada y tráfico vehicular y que las zonas más ruidosas son los dos ingresos y propone un mapa de ruido como instrumento de gestión y planificación para las autoridades universitarias.

## II. MATERIAL Y MÉTODOS

### Objeto del estudio

Se estudió es el ruido producido por el tránsito vehicular en el centro histórico de la ciudad Chachapoyas, Amazonas, Perú, en el periodo comprendido entre junio y agosto de 2018.

### Diseño de investigación

Correspondió a una investigación explicativa que se orientó a determinar la influencia del tránsito vehicular en la generación de ruido, aplicando una metodología longitudinal y correlacional; asimismo .

### Población, muestra y muestreo

La población fue constituida por el ruido que produjo el tránsito vehicular en el área circunscrita al centro histórico de Chachapoyas. Las muestras fueron las lecturas del ruido, según horario, días, semanas y meses en las seis estaciones de monitoreo. El muestreo fue no probabilístico discrecional y a juicio del investigador, tomando lecturas del ruido en los horarios y las zonas de mayor concentración de tránsito vehicular, servicios como mercado, comercio e instituciones educativas.

### Métodos

Inductivo que permitió el recojo ordenado de datos y el análisis de situaciones particulares del ruido en cada una de las estaciones generalizándose para el universo. El método cuantitativo permitió el recojo de datos de ruido mediante el uso de instrumentos así como el manejo detallado de estos datos. El método analítico, permitió que el ruido en el centro histórico se pueda estudiar en cada una de las estaciones estableciendo las relaciones de causa efecto y

naturaleza entre ellos.

**Técnicas**

La observación y toma directa de los sonidos o ruidos en el periodo de la investigación.

**Instrumentos**

Matrices con filas: horarios de medición y columnas: tipo de vehículos: livianos y pesados.

**Procedimientos**

**Área de estudio**

Fue el centro histórico de la ciudad Chachapoyas (6° 13' 54" S y 77° 52' 08" O) en el distrito y provincia Chachapoyas y departamento Amazonas, con altitud de 2360 m.s.n.m., delimitado por los jirones Puno, Triunfo, Hermosura y la Av. Libertad, con un área de 25.27 Hás. En su interior se realiza la mayor intensidad del tránsito vehicular, actividad comercial, salud y educación de la ciudad.

**Ubicación de puntos de medición de ruido y tránsito vehicular**

Los puntos han sido georeferenciados con el sistema de coordenadas WGS 84 y la zona UTM18 Sur, mediante el uso de un equipo receptor GPS (Sistema de Posicionamiento Global), con un margen de error de ± 3m, marca Garmin, modelo Monterra, en las estaciones P1: Esquina del Mercado Modelo (0182074E; 9310710N), P2: Esquina del ILC (0181977E; 9310422N), P3: Esquina del BN (0182263E; 9310621N), P4: Esquina cevichería Puma Urco (0182276E; 9310432N), P5: ½ cuadra del terminal Móvil Tours (0182658E; 9310734N) y P6: Plazuela Belén (0182518E; 9310442N); según se detalla la Figura 1.

Fig. 1. Ubicación del área de estudio



**Periodo de medición de ruido y tránsito vehicular**

Se inició el 4 de junio de 2018 y concluyó el 24 de agosto de 2018, se midieron los días lunes, miércoles

y viernes, en tres horarios cada día, con periodos de una hora: 6:30 – 7:30; 12:30 – 13:30 y de 17:30 – 18:30. En cada punto de monitoreo se midió ruido y conteo de vehículos durante 12 días, equivalente a 4 semanas.

El registro del ruido en dB, con ponderación A, en modo Slow, se ha efectuado en periodos de 2 segundos empleando dos sonómetros digitales clase 2, Sper Scientific 8500013, con escala de 30 a 130 dB, memoria interna para 31000 datos, temperatura de operación -10°C a 60°C y humedad de operación entre 10% y 75%, contraviento para micrófono. Se puede leer directamente los valores máximo y mínimo en dB del periodo de medición y también con el empleo del software SE390, que grafica el ruido medido en el periodo. En concordancia al protocolo de mediciones el equipo se instaló a 1.50m sobre el nivel de la calzada, previamente calibrado.



El registro de la cantidad de vehículos en los periodos indicados se efectuó por observación y mediante conteo manual, diferenciándolos por tipo de vehículo, para su posterior discriminación en vehículos ligeros y pesados.

**Determinación del nivel acústico equivalente (Leq)**

Con fines comparativos con la normatividad vigente (D.S. N° 085-2003-PCM) los estándares nacionales de calidad ambiental se expresan en niveles sonoros continuos equivalentes, que corresponde a los niveles en dBA de un ruido constante hipotético correspondiente a la misma cantidad de energía acústica que el ruido real considerado, en un punto determinado durante un periodo de tiempo T, que en el caso de la presente investigación es de una hora. Para el cálculo se empleó la siguiente expresión:  $Leq = 10 \log[(\sum_{i=1}^n 10^{Li/10})/T]$  dBA.

**Análisis de datos**

La comparación de los valores del ruido en cada punto medido, se determinó mediante un análisis de

varianza (OneWay AOV), a partir del cual se evidenció diferencias significativas en las seis estaciones de medición de ruido evaluados sobre los valores en dBA de los niveles sonoros continuos equivalentes (LAeqT); por lo que se aplicó el análisis de comparación múltiple de Tukey para la comparación de las medias y establecer las diferencias entre estaciones de medición, produciéndose el mayor ruido en P1 (71.692 dBA) y el menor ruido en P6 (66.869 dBA).

La prueba de correlación de rangos de Spearman, respecto al ruido (LAeqT) y su influencia por el tipo de vehículos livianos (VL) y vehículos pesados (VP), señala la alta significancia para el ruido los tipos de vehículos y la relación lineal moderada directa para la cantidad de VL y relación baja directa para la cantidad de VP.

**Construcción del mapa de ruido**

Con los resultados medios, máximos y mínimos obtenidos para cada punto de medición, se elaboró el mapa de ruido ambiental para el centro histórico de Chachapoyas, con el uso del software SIG ArcGIS, su extensión Geostatistical Analyst Tools e interpolación IDW para representar espacialmente los valores de cada punto de medición.

**III. RESULTADOS**

Tabla 1. Niveles de ruido y flujo vehicular

Punto de medición	P1: Esquina Av. Libertad y Jr. Ortiz Arrieta			P2: Esquina Jr. Triunfo y Jr. Chíncha Alta			P3: Esquina Jr. Ayacucho y Jr. 2 de Mayo		
	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.
06:30 a.m. - 7:30 a.m.	71.7	5	299	69.6	6	302	68.2	5	282
12:30 p.m. - 13:30 p.m.	71.8	7	711	69.9	6	302	68.0	5	282
17:30 p.m. - 18:30 p.m.	71.7	5	656	70.0	6	292	67.6	5	221

Tabla 2. Niveles de ruido y flujo vehicular

Punto de medición	P4: Esquina Jr. Triunfo y Jr. 2 de Mayo			P5: Esquina Av. Libertad y Jr. Hermosura			P6: Esquina Jr. Triunfo y Jr. Tres Esquinas		
	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.	LAeqT	Vehic. Pes.	Vehic. Liv.
06:30 a.m. - 7:30 a.m.	68.3	6	460	70.6	15	788	66.8	12	361
12:30 p.m. - 13:30 p.m.	68.4	6	459	70.6	15	798	66.9	12	367
17:30 p.m. - 18:30 p.m.	68.3	5	446	70.6	15	799	66.9	12	361

Los niveles de ruido ambiental y la cantidad de vehículos, en las seis estaciones de monitoreo durante el periodo de la investigación se muestran en la Tabla 1 y en la Tabla 2, en la que se evidencia predominio de vehículos livianos sobre los vehículos pesados y que en la estación P1 se presentan los mayores valores promedio del ruido y en la estación P6 se presentan los menores valores promedio del ruido en LAeqT (dBA).

En la Tabla 3, se muestra que la estación con mayor ruido medio es la P1 (71.692 dBA) y la de menor ruido medio es la P6 (66.869 dBA).

Fig. 2. Ruidos medio, máximo y mínimo.

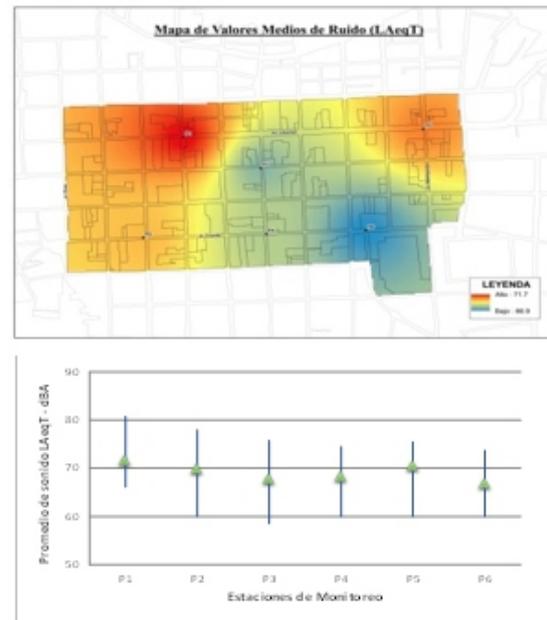
Tabla 3. Comparación múltiple de Tukey

Estación	Valor medio (dBA)	Grupos homogéneos
P1: Esquina Av. Libertad y Jr. Ortiz Arrieta	71.692	A
P5: Esquina Av. Libertad y Jr. Hermosura	70.536	AB
P2: Esquina Jr. Triunfo/Jr. Chíncha Alta	69.917	B
P4: Esquina Jr. Triunfo y Jr. 2 de Mayo	68.217	C
P3: Esquina Jr. Ayacucho y Jr. 2 de Mayo	67.819	CD
P6: Esquina Jr. Triunfo y Jr. Tres Esquinas	66.869	D

La Fig. 2 muestra que los valores medios, máximos y mínimos de los ruidos, en las seis estaciones de monitoreo superan los valores normativos de 70 (zona comercial, caso de P1) y de 60 (resto de estaciones).

Además hay influencia en el ruido por los tipos de vehículos ( $p < 0.01$ ), aunque una relación moderada con vehículos livianos (VL: 0.5613) y baja con vehículos pesados (VP: 0.3378).

Tabla 4. Comparación múltiple de Tukey para los horarios de medición



Medición	Valor medio (dBA)	Grupos homogéneos
17:30 hrs - 18:30 hrs	70.164	A
12:30 hrs - 13:30 hrs	69.975	A
06:30 - 07:30 hrs	67.386	B

Se observa que el horario más ruidoso es el comprendido entre las 17:30 hrs a 18:30 hrs, con 70.164 dBA, según el análisis de comparación múltiple de Tukey que se muestra en la Tabla 4.

Fig. 3. Distribución del ruido en el centro histórico

Las figura 3: Mapa de ruido ambiental o mapa acústico, muestra la distribución del ruido ambiental en el centro histórico de la ciudad Chachapoyas.

#### **IV. DISCUSIÓN**

Los ruidos medidos en las seis estaciones del centro histórico, evidencian contaminación acústica y está asociada al tránsito vehicular, especialmente de vehículos livianos, situación contemplada por la FHWA, 2004; Austroads, 2005 & FTA, 2006, citado por , que reconocen que la contaminación acústica, se manifiesta mayormente en los sistemas urbanos y la causa principal recae en el transporte vehicular.

El análisis de Spearman señala la alta influencia de los tipos de vehículos con el ruido ( $p < 0.01$ ), esto se corrobora con la investigación de Quintero (2013), que demostró que en Tunja (Colombia) los niveles de ruido responden al tránsito por tipo específico de vehículo.

Por otro lado, la zona más ruidosa y la que presentó el valor medio máximo de ruido es la del mercado Modelo (zona comercial), situación que guarda relación con la investigación de Bello (2009), que demostró que Talca (Chile) zona de desarrollo comercial, incrementó su contaminación acústica por encima de valores normativos por su alta congestión vehicular.

El ruido en el centro histórico supera los estándares de calidad ambiental para el ruido, resultados similares a los reportados por Zanardi, Magliolo y otros (2012), en la localidad de Caseros (Argentina), que empleó medición directa y mapeo de los niveles sonoros, encontrando valores mayores a los recomendados por la OMS, mayor riesgo de afectación de la salud e influencia directa en la calidad de vida de las personas.

Los tres horarios del día, que corresponden al horario diurno, son ruidosos siendo mayor de 17:30 hrs a 18:30 hrs, seguido de 12:30 hrs a 13:30 hrs y de 6:30 hrs a 7:30 hrs con valores de ruido con diferencias no significativos con tendencia a la baja, situación similar a la encontrada en Trujillo (Perú), en los años 2010 y 2013, donde los niveles de ruido superaban los límites máximos permisibles para zona comercial en horario diurno y producían el incremento de las molestias a nivel grave y .

El mapa de ruido permite identificar las zonas de mayor y menor ruido, por los colores que definen los niveles de ruido a los que están sometidas las diferentes zonas del centro histórico de Chachapoyas. Similarmente Guzmán & Barceló (2006), elaboraron mapas acústicos para La Habana (Cuba), destacando la contaminación acústica en las

principales vías de la ciudad. Esta metodología también fue usada por Zanardi et. al (2012), en la zona céntrica de Caseros (Argentina) y pudo determinar los niveles de contaminación acústica; así también Salas & Barboza (2016), en sus estudio de ruido en el campus universitario de la Untrm, definieron las zonas de mayor y menor ruido.

#### **V. CONCLUSIONES**

Los niveles de presión sonora, por el tránsito vehicular, demuestran que hay contaminación sonora en el centro histórico de la ciudad Chachapoyas, según los estándares de calidad ambiental por ruido establecidos en el D.S. N° 085-2003-PCM y que los tipos de vehículos influyen en el ruido, aunque con relación moderada para el caso de vehículos livianos y baja con respecto a los vehículos pesados.

La mayor contaminación sonora ocurre en el mercado Modelo (71.692dBA) y la menor ocurre en la plazuela Belén (66.869 dBA).

Los valores mínimos del ruido, en el centro histórico, son mayores al valor normativo de 70 dBA (zona comercial, caso del mercado Modelo) y de 60 dBA (zona residencial, resto de estaciones).

El análisis estadístico del ruido demostró diferencia significativa en las seis estaciones y el análisis con Tukey, determinó que el horario más ruidoso es de las 17:30 hrs a 18:30 hrs, con 70.164 dBA.

El mayor flujo vehicular liviano y pesado ocurre en la estación P5 (media cuadra de Móvil Tours con valor medio de 798 Vehículos livianos y 15 vehículos pesados) y el menor flujo ocurre en P2 (esquina ILC, con valor medio de 292 Vehículos livianos y 4 vehículos pesados).

El mapa de ruido ambiental permitió la zonificación del centro histórico por niveles de ruido.

#### **VI. RECOMENDACIONES**

Las conclusiones de la investigación deben ser de conocimiento de la Municipalidad Provincial de Chachapoyas y a la CAR Amazonas, como insumo para la planificación y gestión del tránsito vehicular en la ciudad.

La Untrm conjuntamente con la municipalidad provincial, dirección regional de salud, dirección regional de transportes, entre otras, deben realizar campañas de sensibilización a conductores y a la población respecto a los efectos del ruido.

La Untrm debe propiciar que se ejecuten estudios de ruido en otros ámbitos de la región en los que las fuentes de ruido generan malestar en las personas.

**VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Baca, W., & Seminario, S. (2012). Evaluación de impacto sonoro en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima.
- Bello, W. (2009). Evaluación de los niveles de contaminación acústica del centro de la ciudad de Talca. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 1-10.
- Guzmán, R., & Barceló, C. (2006). Estimación de la contaminación sonora del tránsito en Ciudad de La Habana, 2006. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, Vol. 46, Núm. 2, Agosto, 2008, Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología, 1-13.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Quintero, J. (2013). Niveles de ruido vehicular en la Avenida Suárez en la ciudad de Tunja, Colombia. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
- .Quispe, L. (2016). Evaluación del ruido producido por el parque automotor en el centro histórico de la ciudad de Trujillo, Junio Noviembre, 2016. Trujillo.
- Salas, R., & Barboza, E. (2016). Evaluación del ruido ambiental en el Campus de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.
- INDES, 88-96.SEGAT - Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo. (2013). Monitoreo de ruido ambiental realizado en la ciudad de Trujillo. Trujillo.
- SEGAT-Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo. (2010). Evaluación ambiental de ruidos molestos en el Centro Histórico de la ciudad de Trujillo.
- Zanardi, E., Magliolo, L., & Urquiza, N. (2012). Los niveles sonoros en el ámbito urbano y sus consecuencias negativas sobre la calidad de vida de la población. Ruido urbano en el centro de Caseros.



**UNTRM**

**Vicerrectorado de Investigación**

investigación@untrm.edu.pe

**Dirección General de Difusión, Publicación  
y Transferencia**

**PROYECTO PROCEPITT**

Creación del Centro de Promoción de la  
Investigación y Transferencia Tecnológica  
de la UNTRM



**UNTRM**

[www.untrm.edu.pe](http://www.untrm.edu.pe)

Campus Universitario, Calle Higos Urco N° 342 - 350 - 356 y Calle Universitaria N° 304

Teléfono: (51) 041 - 477694 , Chachapoyas, Amazonas, Perú