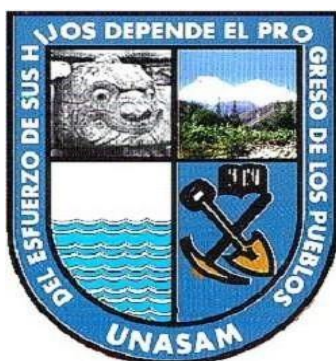


UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTADES: CIENCIAS E
INGENIERÍA DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS BÁSICAS Y CIENCIA Y
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



**Evaluación de la harina de *Dioscorea amcaschensis*
Knuth (runtuy) como fuente de nutriente.
Testing of the flour of *Dioscorea amcaschensis* Knuth
(runtuy) as a source of nourishment**

AUTORES:

Edson Yupanqui T.¹

Edell Aliaga Z.²

Ydania Espinoza B.³

Víctor Martínez M.⁴

^{1,2,4}Departamento de Ciencias Básicas, Facultad de Ciencias.

³Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Huaraz – Ancash – Perú

2011

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue la caracterización nutricional y toxicológica de la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) para conocer el potencial nutritivo y alimenticio de éste tubérculo alto andino actualmente olvidado, y así aliviar la desnutrición infantil y la pobreza del poblador andino. Esta planta silvestre se conoce por los nativos como runtuy, cuchí mikuna o munyo munyo crece en zonas alto andinas de la Cordillera de los Andes entre los 3500 a 4600 msnm, es considerada una planta endémica amenazada por incendios forestales y sobrepastoreo.

Las muestras de *Dioscorea amcaschensis* Knuth fueron colectadas del sector de Chacaypampa (3769 msnm), distrito de Catac, provincia de Recuay – Ancash, de las que se extrajo la harina siguiendo el procedimiento de Pacheco, adaptado al caso, y posteriormente se determinó la granulometría de la harina, la composición nutricional, su toxicidad y el valor biológico en ratas de laboratorio.

Los resultados proximales son: proteínas 5,93%, grasas 1,09%, carbohidratos 80,60%, almidón 66,10%, humedad 8,34%, ceniza 4,04%, fibra cruda 2,78%, fibra dietética total 14,15% y fibra soluble 11,37%. Minerales: calcio 900,22 mg/100 g, potasio 355,93 mg/100 g, fósforo 127,28 mg/100 g, magnesio 105,54 mg/100 g y zinc 11,37 mg/100 g. Energía calórica total 355,93 Kcal/100 g. Valor biológico 26,50%. Análisis toxicológico: DL₅₀ mayor a 2000 mg/Kg por peso corporal. La harina de runtuy es del tipo integral, con un grado de finura medio, rendimiento de harina bruta 24,60% y los productos obtenidos son: sémola 36,40% y harina 63,60%.

Se concluye, que la harina obtenida es del tipo integral, no tóxico y con altos niveles de calcio, potasio, fósforo y magnesio.

Palabra clave: Tubérculo alto andino, *Dioscorea amcaschensis* Knuth, Composición nutricional, evaluación nutricional de harina.

ABSTRACT

The purpose of this study was to characterize the nutritional and toxicological runtuy flour (*Dioscorea amcaschensis* Knuth) for food and nutritional potential of this high andean tuber now forgotten, and thus alleviate child malnutrition and poverty of the andean people. This wild plant is known by the locals as runtuy, knife or munyon mikuna munyon grows in the high Andean Cordillera of the andes between 3500 to 4600 meter above seaside level, is considered an endemic plant, and is threatened by forest fires and vergrazing.

Dioscorea samples were collected from Chacaypampa sector (3769 masl) Catac district, province of Recuay - Ancash, from which the flour was extracted following the procedure in Pacheco, adapted to the case, and subsequently determined the fineness of the flour, nutritional composition, toxicity and biological value in rats.

Proximal outcomes are: protein 5,93%; fat 1,09%; carbohydrates 80,60%; starch 66,10%; moisture 8,34%; ash 4,04%; crude fiber 2,78%; total dietary fiber 14,15%; and soluble fiber 11,37%. Minerals: calcium 900,22 mg/100 g; potassium 355,93 mg/100 g; phosphorus 127,28 mg/100 g; magnesium 105,54 mg/100 g; and zinc 11,37 mg/100 g . Total heat energy 355,93 Kcal/100 g. Biological value 26,50%. Toxicological analysis: LD₅₀ greater than 2000 mg / Kg body weight. Runtuy flour is the integral type, with a medium degree of fineness; performance of raw meal 24,60% and the products obtained are 46,40% of bran and 63,60% of flour.

The conclusion is that the flour obtained is the integral type, non-toxic with high levels of calcium, potassium, phosphorus and magnesium.

Keyword: High Andean Tuber, *Dioscorea amcaschensis* Knuth, Nutritional Composition; nutritional assessment of flour.

ÍNDICE

Temas	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. MARCO TEÓRICO	3
3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	3
3.2. BASES TEÓRICAS	7
3.2.1. INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE TUBÉRCULOS Y RAÍCES ANDINAS	7
3.2.2. IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL RUNTUY	9
3.2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL RUNTUY	10
3.2.4. ALIMENTOS Y NUTRIENTES	10
3.2.5. CLASIFICACIÓN DE NUTRIENTES	11
3.2.6. PROCESAMIENTO DE HARINAS	20
3.2.7. COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LAS HARINAS	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	31
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
4.2. UNIVERSO Y MUESTRA	31
4.2.1. POBLACIÓN O UNIVERSO	31
4.2.2. TAMAÑO DE MUESTRA	31
4.3. ELABORACIÓN DE HARINA DE RUNTUY	33
4.4. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE RUNTUY	37
V. RESULTADOS	41
5.1. ELABORACIÓN DE LA HARINA DE RUNTUY	41
5.2. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL	48
VI. DISCUSIÓN	51
VII. CONCLUSIONES	54
VIII. RECOMENDACIONES	55
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
ANEXO 1: RESULTADOS DE ANÁLISIS	59

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
TABLA 1: CLASIFICACIÓN DE PRODUCTOS ANDINOS	6
TABLA 2: PROPIEDADES DE LOS COMPONENTES DE LA FIBRA DIETÉTICA	15
TABLA 3: CONTENIDO DE FIBRA EN ALGUNOS CEREALES	16
TABLA 4: PÉRDIDA DE ALGUNOS NUTRIENTES EN LA MOLIENDA DEL GRANO DE TRIGO	22
TABLA 5: COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LOS PRODUCTOS DE LA MOLIENDA DEL TRIGO	22
TABLA 6: COMPOSICIÓN NUTRITIVA (g/100 g), MINERALES Y RENDIMIENTO EN HARINAS DE TUBÉRCULOS DE LA FAMILIA DE LAS DIOSCOREAS	23
TABLA 7: COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LAS HARINAS DE TUBÉRCULOS POR 100 g	24
TABLA 8: PUNTOS DE MUESTREO DE RUNTUY	31
TABLA 9: DETALLES DEL MUESTREO	32
TABLA 10: CARACTERÍSTICAS DE LOS TAMICES UTILIZADOS	35
TABLA 11: RELACIÓN ENTRE MF Y GRADO DE FINURA	36
TABLA 12: PRODUCTOS DEL TAMIZADO PARA CEREALES	36
TABLA 13: PRODUCTOS DEL TAMIZADO DE LA HARINA DE RUNTUY	36
TABLA 14: MÉTODOS UTILIZADOS EN LA EVALUACIÓN DE NUTRIENTES	37
TABLA 15: PROPIEDADES FÍSICAS DE LA HARINA	38
TABLA 16: PRUEBAS DE TOXICIDAD ORAL	40
TABLA 17: TIPOS DE HARINA	40
TABLA 18: COMPONENTES DEL RUNTUY FRESCO	41
TABLA 19: RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO Y PROCESAMIENTO	46

Continuación

TABLA 20: PORCENTAJES DE PRODUCTOS OBTENIDOS	47
TABLA 21: COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE LA HARINA DE RUNTUY (D. ANCASCHSENSIS KNUTH)	48
TABLA 22: PROPIEDADES FÍSICAS DE LA HARINA DE RUNTUY (D. ANCASCHSENSIS KNUTH)	48
TABLA 23: ENERGÍA CALÓRICA GENERADA POR LA HARINA DE RUNTUY (D. ANCASCHSENSIS KNUTH)	49
TABLA 24: RESULTADOS DEL VALOR BIOLÓGICO DE LA HARINA DE RUNTUY (D.ANCASCHSENSIS KNUTH)	49
TABLA 25: TOXICIDAD ORAL AGUDA (DL ₅₀) EN RATAS DE LA HARINA DE RUNTUY (D. ANCASCHSENSIS KNUTH)	49
TABLA 26: RESULTADO DEL TIPO DE HARINA DEL RUNTUY (D. ANCASCHSENSIS KNUTH)	50

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
FIGURA 1: DIOSCOREA ANCASCHSENSIS KNUTH	4
FIGURA 2: ESQUEMA TECNOLÓGICO PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA EXTRUDIDA DE ÑAME	21
FIGURA 3: UBICACIÓN DEL LUGAR DE MUESTREO	32
FIGURA 4: RECOLECCIÓN DE RUNTUY	32
FIGURA 5: DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA OBTENCIÓN DE LA HARINA DE RUNTUY	33
FIGURA 6: DETERMINACIÓN DEL VALOR BIOLÓGICO	39
FIGURA 7: RUNTUY RECOLECTADO	41
FIGURA 8: LIMPIEZA DEL RUNTUY	42
FIGURA 9: CLASIFICACIÓN DEL RUNTUY	42
FIGURA 10: LAVADO DE RUNTUY	43
FIGURA 11: SECADO DE RUNTUY	43
FIGURA 12: CORTE TRANSVERSAL DEL RUNTUY	44
FIGURA 13: PELADO DEL RUNTUY	44
FIGURA 14: OBTENCIÓN DE HOJUELAS	45
FIGURA 15: SECADO DE HOJUELAS	45
FIGURA 16: MOLIENDA DE LAS HOJUELAS SECAS	46
FIGURA 17: TAMIZADO DE LA HARINA BRUTA	47

I. INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como propósito evaluar la harina de Runtuy (*Dioscorea amcaschensis* Knuth) como fuente de nutrientes; este conocimiento contribuirá a que la población alto andina vuelva a consumir este tubérculo nativo mejorando su alimentación, al mismo tiempo se incentivará su cultivo, mejorando de ésta manera los ingresos económicos de ésta población.

Los cultivos de raíces y tubérculos desempeñarán una función múltiple en la alimentación del mundo en desarrollo durante las próximas décadas. Se estima que para el 2020, más de 2 mil millones de personas de Asia, África y América Latina dependerán de éstos cultivos como fuente de alimentos, forrajes o ingresos económicos. Para los hogares rurales el valor de las raíces y tubérculos reside en su capacidad de producir más energía digerible que cualquier otro producto básico y en su capacidad de seguir produciendo en condiciones donde otros cultivos fracasan. (González 2003).

El runtuy está considerado como una planta endémica debido al impacto de incendio de pastos y sobrepastoreo (León 2006). Por otro lado el (INEI-ENDES, 2009) indica que el nivel de desnutrición crónica en niños menores de 5 años en el departamento de Ancash es 28,2% aún por encima del promedio nacional del 23,8% de la OMS, y solo similar al de otras regiones como Cajamarca, en donde la minería genera grandes recursos económicos pero la población pobre y en extrema pobreza no percibe los beneficios de éste boom minero, la desnutrición es un problema social que trae como consecuencia retardo del crecimiento, retardo psicomotor y de aprendizaje en los niños. De otro lado, la pobreza en Ancash del 31,5%, ligeramente menor que el promedio nacional que es del 34,8% (INEI-ENAH0-2009), que aún es alto.

Según, (Canales et al 2000), la mal nutrición es un problema grave que afecta actualmente a la humanidad, siendo más notable en países en vías de desarrollo incluyendo al Perú, por ello es de interés la búsqueda de nuevos

productos nutricionales accesible a la mayoría de la población, en los últimos años existe una tendencia mundial a revalorar el consumo de productos naturales principalmente plantas tradicionales.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que casi el 80% de la población mundial sustenta el cuidado de su salud en métodos tradicionales, es así, como en los últimos años se han evaluado científicamente muchos productos naturales por sus potenciales efectos nutricionales y/o medicinales.

Objetivo general

Evaluar los componentes nutricionales y la toxicidad de la harina de runtuy (*Dioscorea amcaschensis* Knuth) para conocer su potencial nutritivo.

Objetivos específicos

- Determinar el análisis proximal de la harina de runtuy, para conocer la cantidad de proteína, grasa, carbohidrato, humedad, ceniza, fibra dietética total y cruda, y almidón.
- Determinar el contenido de minerales como calcio, potasio, fósforo, magnesio, sodio, zinc, hierro y cobre.
- Determinar el contenido calórico en función de los carbohidratos.
- Determinar el valor biológico para conocer la cantidad de proteínas digeribles y no digeribles.
- Determinar la toxicidad de la harina de runtuy para saber si esta harina puede o no ser consumida por el ser humano.
- Realizar el análisis granulométrico de la harina de runtuy para conocer su grado de finura, productos y tipo de harina.

En este trabajo también se diseñó el procedimiento para la preparación de la harina de runtuy, con esta harina se realizaron los análisis mencionados.

II. HIPÓTESIS

La evaluación de proteínas, grasas, carbohidratos, minerales, el valor biológico, contenido calórico y la toxicidad en la harina preparada de runtuy (*Dioscorea amcaschensis* Knuth) confirmará que es una fuente natural de nutriente para la alimentación de la población rural del distrito de Catac, provincia de Recuay – Ancash.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

(Bou, et al 2006), realizó la caracterización de tubérculos nativos del género *Dioscorea* en Venezuela, en este trabajo se estudiaron física y químicamente harinas de mapuey (variedad blanca y morada), así como algunos micronutrientes, llegándose a la conclusión que las harinas obtenidas a partir de *Dioscorea trifida* L (mapuey), variedades blanco y morado, son fuentes potenciales de nutrientes representando ambas, una posible alternativa de uso como sustitutos parciales o totales en la elaboración de productos alimenticios.

(Waizel-Bucay, J 2000) Departamento de Investigación. Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía. Instituto Politécnico Nacional. México D.F. investigó al género *Dioscorea* presentando aspectos etnobotánicos, farmacológicos, fitoquímicos, históricos, toxicológicos de utilidad económica y medicinal de algunas especies de *Dioscorea*; este género cuenta con 600 especies en el área intertropical húmeda de África, India, el Sureste de Asia, Australia y América, que son monocotiledóneas, herbáceas o trepadoras, de gran valor económico por su diversidad de usos. Aunque venenosas, algunas se utilizan como alimento (tubérculos o rizomas, por su contenido en fécula, vitaminas y aminoácidos), también tienen gran diversidad de uso en la medicina tradicional de numerosas culturas. Entre otros grupos de sustancias, pueden contener alcaloides, taninos, fitoesteroles, y saponósidos esteroídicos.

(León 2004) reporta que la familia *Dioscoreaceae*, género, *Dioscorea* incluye 77 especies, de las cuales se reconoce 21 endemismos. Se asignó las categorías de amenaza de la UICN a cinco especies. Los taxones endémicos de esta familia ocupan un amplio rango de regiones ecológicas que van de los 100 a 4250 m de altitud, desde el desierto subtropical costero, matorral desértico hasta la puna húmeda y seca y páramo; sin embargo, la mayoría de los endemismos se hallan en la región del bosque húmedo montano. Seis de las especies endémicas se encuentran representadas en áreas naturales protegidas como la *Dioscorea ancaschensis* R. Knuth.

Dioscorea ancaschensis R. Knuth

Publicación: Pflanzennr. 4(43): 202. 1924.
Colección tipo: A. Weberbauer 7249
Herbarios: B, MO, NY; AMAZ.
Nombre común: Desconocido.
Registro departamental: Ancash, Cajamarca, Cuzco.
Regiones ecológicas: PSH, PAR; 3000—4250 m.
SINANPE: PNH
Herbarios peruanos: AMAZ (fragmento tipo).

Observaciones: Esta especie herbácea se conoce de varias colecciones, realizadas durante los últimos 25 años. Las localidades más extremas distan más de 1020 km. de Lima, habita en ambientes rocosos de la puna y páramo, ambas zonas naturalmente fragmentadas, reciben impacto de quema y ganadería, en la figura 1 se muestra la planta de runtuy en su hábitat.



Figura 1: *Dioscorea amcaschensis* R. Knuth

(Téllez et al 2007) en su publicación la sinopsis taxonómica de la sección *Apodostemon* (*Dioscorea*; Dioscoreaceae) reconocen 18 especies como sus miembros: 11 mexicano-centroamericanas y 7 sudamericanas. Se revisan los aspectos nomenclaturales, y las especies se agrupan con base en sus áreas generales de distribución. Se aportan datos sobre la morfología, relaciones y ecología, y se citan las colecciones importantes y la bibliografía pertinente. Finalmente, 7 especies tradicionalmente incluidas en la sección *Apodostemon* se excluyen en este estudio.

Especies y sus nombres asociados de *Dioscoreas*:

Dioscorea aguilarii Standley et Steyerem.

Dioscorea chiapasensis Matuda

Dioscorea cuspidata Humb. et Bonpl. ex Willd.

Dioscorea pichinchensis Knuth in Engler

Dioscorea pimichinensis Knuth in Sandwith

Dioscorea cynanchifolia Griseb.

Dioscorea fasciculocongesta (Sosa et B.G. Schubert) O.Téllez

Dioscorea spiculiflora Hemsley var. *Fasciculocongesta* Sosa et B.G. Schubert

Dioscorea gallegosii Matuda

Dioscorea gomez-pompae O. Téllez

Dioscorea spiculiflora var. *chiapasana* Gómez-Pompa

Dioscorea koepperi Standley

Dioscorea marginata Mart. ex Griseb.

Dioscorea megacarpa Gleason

Dioscorea truncata Prain ex Schomb.

Dioscorea melastomatifolia Uline ex Harms

Dioscorea mesoamericana O. Téllez et Martínez

Dioscorea mexicana Scheidw.

Dioscorea macrostachya Benth.

Dioscorea macrophylla M. Martens et Galeotti

Dioscorea deppei Schiede ex Schldl.

Dioscorea macrostachya Benth. var. *sessiliflora* Uline

Dioscorea mexicana Scheidw. var. *sessiliflora* (Uline) Matuda

Dioscorea tuerckheimii Knuth
Dioscorea deamii Matuda
Dioscorea palmeri Uline ex Knuth
D. macrostachya Benth. var. *palmeri* (Uline ex Knuth) C. Morton
Dioscorea pumicicola Uline
Dioscorea spiculiflora Hemsl.
Dioscorea escuintlensis Matuda
Dioscorea friedrichsthalii Knuth
Dioscorea macrostachya Benth. var. *sessiliflora* Uline
Dioscorea mexicana Scheidw. var. *sessiliflora* (Uline) Matuda
Dioscorea tenuifolia Uline ex Knuth
Dioscorea trisecta Griseb.

Según (Fernández et al 2008), la Región Andina es uno de los grandes centros de origen y domesticación de numerosas plantas alimenticias (granos, leguminosas, tubérculos, raíces y frutales), constituyendo un verdadero repositorio de material fitogenético de importancia única y trascendental. Entre los más importantes debemos mencionar:

Tabla 1: Clasificación de productos andinos

Granos	Tubérculos	Frutos	Leguminosas	Raíces
Maíz	Papa	Sachatomate	Frijol	Yacón
Cebada	Oca	Capulí	Tarwi	Arracacha
Trigo	Olluco	Sauco	Pajuro	
Kañihua	Mashua	Tumbo	Habas	
Kiwicha	Runtuy	Lucma	Alverja	
Quinoa	Maca	Aguaimanto	Numia	

Fuente: (Fernández et al 2008)

3.2. BASES TEÓRICAS

3.2.1. Información básica sobre tubérculos y raíces andinas

Origen del género *dioscorea*

Según (González 2003) el género *Dioscorea* posee una amplia variedad de especies de importancia económica, comestible y medicinal, estas especies se encuentran distribuidas a lo largo de las regiones lluviosas de los trópicos y regiones subtropicales (Montaldo 1991). Según (Wilson 1977) este género tuvo una amplia dispersión a fines del cretáceo pero luego ocurrió una evolución con cursos posteriores diferentes en el viejo y en el nuevo mundo y se originaron distintos desarrollos en los dos hemisferios. La separación de las formas ancestrales asiáticas y africanas ocurrió en el mioceno.

La familia *Dioscoraceae* comprende seis géneros, de los cuales, *Dioscorea* es el mayor. Cerca de 600 especies de *Dioscorea* han sido identificadas y de éstas, doce son comestibles (Wilson 1977). Dentro de este género, las especies comestibles y de valor comercial son:

Dioscorea alata, *D. rotundata*, *D. esculenta*, *D. bulbífera* y *D. cayenensis*, las cuales son cultivadas principalmente en África; algunas otras especies de *Dioscorea* como *D. floribunda* y *D. composita*, son apreciadas debido a su alto contenido de sapogeninas esteroidales; sustancias utilizadas en la fabricación de anticonceptivos orales, hormonas sexuales y cortisona.

Dioscorea alata tiene su origen desde el Este de India hasta Nueva Guinea y en ella pudo haber sido domesticada en más de un lugar, como lo sugieren las concentraciones de los cultivos en varias regiones. De Asia se expandió a la Costa Oriental de África desde donde vino a América con el comercio de esclavos y es actualmente la especie más difundida desde la Costa Norte de Honduras hasta Brasil, en áreas de alta precipitación. Otra especie importante es *D. cayenensis*, la cual tiene su origen en África (Montaldo 1991). Entre las especies cultivadas, *D. trifida* es la única de origen americano, su área de origen parece ser Guyana y se extiende su cultivo hasta el Oriente de la Península de México y las Antillas.

El ñame se diferencia de las restantes raíces y tubérculos, por su amplia diversidad genética y origen a partir de diferentes centros: América tropical (*D. trifida*), África Occidental (*D. rotundata*, *D. cayenensis*, *D. bulbifera*, *D. dumetorum*) y el Sudeste asiático (*D. alata*, *D. esculenta*, *D. opposita*). *D. rotundata* y *D. alata* pertenece a la sección *Enanthiophillum* del género *Dioscorea*. *D. alata* se dispersó antes de los 100 años A.C en Tailandia y Vietnam y, a través del Sur del Mar Chino, donde se desarrolló un centro de origen secundario cerca de las islas Celebes, desde las que se extendió a Nueva Guinea y Polinesia. Continúo su dispersión hacia el Oeste atravesando el subcontinente hindú hasta detenerse frente a los desiertos de Baluchistan y Punjab Purseglove. Cuando los portugueses penetraron el Océano Indico, aprendieron el uso de *D. alata* de los marinos hindúes y malayos, quienes lo utilizaban como provisión en sus barcos cuando emprendían viajes prolongados (Rodríguez 2000).

Dentro del género de las *Dioscoreas* se distinguen, como ya se mencionó, dos tipos de especies: las especies medicinales (aproximadamente 50 especies), y las especies comestibles que forman dos grupos: las especies domesticadas y las especies silvestres. De las 40 a 50 especies domesticadas solo 11 son cultivadas de las cuales seis son fuentes de alimento. Por ser tan amplio el género se ha dividido en secciones en donde las más importantes son: *Enanthiophillum* (*D. alata* y *D. cayensis*), *Combilium* (*D. esculenta*), *Osophyton* (*D. bulbífera*) y *Macrogynodium* (*D. trifida*) (Montaldo 1991).

Las especies utilizadas a nivel mundial para la alimentación de acuerdo con (Montaldo 1991) son:

☞☞ Complejo *Dioscorea rotundata-cayenensis*: constituye la mayor parte de la producción de ñame en África: 19 millones de toneladas al año (Kay 1987), pero es una especie poco cultivada en América tropical. De rizoma solitario generalmente grueso y ramificado, tallo cilíndrico y espinoso, hojas simples, enteras, opuestas o alternas.

☞☞ *Dioscorea alata*: originaria del Sudeste asiático, en la actualidad constituye la principal especie cultivada. Con rizomas solitarios o agrupados de 2 a 4,

redondos, cilíndricos, oblongos o de forma irregular, tallos fuertes alados sin espinas con hojas acorazonadas, simples y opuestas.

☞☞ *Dioscorea esculenta*: cultivada en el Sudeste de Asia y África. Rizomas pequeños en forma de racimo, tallo espinoso y hojas simples, acorazonadas.

☞☞ *Dioscorea bulbifera*: cultivada en el Sudeste de Asia, África y algo en las islas del Pacífico y en las Antillas. Un solo rizoma por planta, blanco y globoso; tallo sin espinas, hojas simples, enteras, grandes, alternas u opuestas.

☞☞ *Dioscorea trifida*: originaria y cultivada en América tropical y algo en el Sudeste de Asia. Rizomas pequeños redondos o cónicos, tallos cuadrangulares, alados y sin espinas, hojas palmadas profundamente lobuladas y alternas.

Sobre la *Dioscorea amcaschensis* Knuth, no se tiene información sobre su origen y propiedades nutricionales. La información recogida de la población rural que vive en esos ámbitos, es que los cerdos se alimentan en el campo de éste tubérculo y algunas personas lo consumían en un plato dulce “mazamorra” que es agradable y actualmente pasa por desapercibida.

3.2.2. Identificación taxonómica del tubérculo runtuy

Como parte inicial de este trabajo se realizó la identificación y clasificación taxonómica según el sistema de clasificación de Cronquist (1988), realizado en el Museo de Historia Nacional – Herbario San Marcos, por Blgo. Severo Baldeón, (Anexo), obteniéndose el siguiente resultado:

DIVISION: Magnoliophyta

CLASE: Liliopsida

ORDEN: Smilacales

FAMILIA: Dioscoreaceae

GENERO: Dioscorea

ESPECIE: *Dioscorea amcaschensis* Knuth

NOMBRE VULGAR: Runtuy, Cuchi mikuna, munyo munyo

3.2.3. Descripción botánica de la *Dioscorea amcaschensis* knuth

La *Dioscorea amcaschensis* Knuth, cuyo nombre común es runtuy, cuchi mikuna (Ancash) y munyo munyo (Cajamarca), es una planta que se desarrolla en las punas alto andinas de la Cordillera de los Andes entre los 3500 a 4500 msnm, zonas muy frías, con fuertes vientos e intensa luz solar. Tiene alto poder germinativo, tanto del tubérculo y semillas. Es una planta postrada de tallos delgados, las hojas miden hasta 2 a 2,5 cm de largo, de forma acorazonada con nervaduras horizontales, con flores amarillas de seis pétalos y de 4 mm de diámetro dispuestas en forma panícula, el fruto es una cápsula con tres lóbulos, cada uno con dos a tres semillas diminutas y planas.

El tallo principal mide de 30 a 37 cm de largo ramificándose en tres en la superficie del suelo sobre los cuales se disponen las hojas, los tubérculos varían mucho en forma y tamaño, aun en la misma planta; se observa forma esférica, fusiforme, claviforme. La cáscara del tubérculo es rugosa, dura y de color marrón. La pulpa es uniforme, compacta y varía del color blanco a crema, con un sabor y apariencia muy agradable antes y después de cocido. El peso promedio de los tubérculos maduros oscila entre 10 y 12 g cada uno; con un diámetro promedio de 3,5 cm, el tubérculo se encuentra de 2 a 5 cm de profundidad y tiene la forma de un trompo y con raicillas en los costados de la parte más ancha del tubérculo (ver figura 1), se les encuentra maduros en los meses de Mayo a Julio, en la tabla 18 se presentan los componentes del runtuy fresco.

3.2.4. Alimentos y nutrientes

Los alimentos son sustancias necesarias para el mantenimiento de los fenómenos que ocurren en el organismo sano y para la reparación de las pérdidas que constantemente se producen en él. No existe ningún alimento completo, en nuestra dieta debemos incluir una diversidad de alimentos que hagan que ésta sea lo suficientemente rica como para poder mantener funcionando de manera correcta nuestro organismo.

Los alimentos son fuente de energía y aportan las moléculas necesarias para la construcción del organismo. La energía necesaria para vivir es distinta dependiendo de la edad, sexo, actividad, etc., un hombre adulto necesita unas 3000 Kilocalorías por día, mientras una mujer adulta necesita unas 2200 (Medes 2011).

Los nutrientes son cualquier elemento o compuesto químico necesario para el metabolismo de un ser vivo, es decir, un nutriente es un producto químico interior que necesita la célula para realizar sus funciones vitales. Ellos son tomados por la célula y transformados en constituyentes celulares a través de un proceso de biosíntesis llamado anabolismo.

Los nutrientes básicos que necesita el ser humano para desarrollar y mantener el organismo en buenas condiciones de salud son seis: agua, proteínas, grasas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales. Aunque todos ellos se encuentran en la mayoría de los alimentos naturales que se consumen normalmente, pero su proporción es desigual y ninguno los posee todos.

3.2.5. Clasificación de nutrientes

De acuerdo a la importancia de los nutrientes

Nutrientes esenciales. Son los que son vitales para el organismo.

Nutrientes no esenciales. Son los que no son vitales para el organismo

De acuerdo a la cantidad necesaria de nutrientes

Macronutrientes. Aportan energía y se requieren a diario en grandes cantidades, incluyen proteínas, carbohidratos y grasas, son la base de toda dieta.

Micronutrientes. Son las vitaminas y los minerales, se encuentran en los alimentos en pequeñas cantidades y son decisivos en el funcionamiento normal del organismo y en la digestión.

De acuerdo a su función

Energéticos. Aportan energía para que el organismo pueda llevar a cabo las funciones necesarias.

Plásticos. Forman la estructura del cuerpo, también permite su crecimiento.

Reguladores. Se encargan de que el metabolismo funcione correctamente, no tienen propiedades energéticas. (Alimentación sana 2011)

Proteína

La proteína es el nutriente esencial de construcción del cuerpo, necesario para el crecimiento, reparación y mantenimiento de los tejidos del cuerpo, (Kent 1987). La proteína está presente principalmente en la carne, pescado, productos lácteos, huevos, algunos vegetales y en mayor cantidad en el endospermo de los cereales.

Las proteínas son macromoléculas de elevada masa molecular formadas por aminoácidos enlazados entre sí por enlace peptídico y se clasifican:

Según los productos de hidrólisis

Proteínas simples. Se hidrolizan produciendo únicamente aminoácidos.

Proteínas conjugadas. Se hidrolizan produciendo aminoácidos y sustancias no pépticas como los ácidos nucleicos de las nucleoproteínas, los carbohidratos de las glicoproteínas, los pigmentos de las cromoproteínas y las grasas o lípidos de las lipoproteínas.

Según la estructura

Proteínas fibrosas. Son filiformes e insolubles en agua, como la fibroína, queratina y la miosina.

Proteínas globulares (globulinas) plegadas en forma de tipo esférico. Son solubles en agua, incluyen las enzimas, anticuerpos, albúmina del cuerpo, hemoglobina y muchas hormonas como la insulina.

Los aminoácidos son compuestos formados por un grupo carboxílico y un grupo amino, son anfóteros. Aquellos aminoácidos que son necesarios para el organismo y que no pueden ser sintetizados por éste, se les denomina aminoácidos esenciales. Para el organismo humano son los siguientes: valina, leucina, isoleucina, treonina, lisina, fenilalanina, triptófano, metionina, histidina y arginina.

Carbohidratos

Los carbohidratos, también llamados glúcidos se pueden encontrar casi de manera exclusiva en alimentos de origen vegetal. Normalmente se los encuentra en las partes estructurales de los vegetales y también en los tejidos animales, como glucosa o glucógeno. Estos sirven como fuente de energía para todas las actividades celulares vitales. Aportan 4 kcal/gramo al igual que las proteínas y son considerados macro nutrientes energéticos al igual que las grasas. Los hidratos de carbono son, cuantitativamente los componentes más importantes, constituyendo el 77 a 87 % de la materia seca total de los cereales. El almidón corresponde hasta el 72 o 73% del peso del grano. Otros hidratos de carbono son azúcares sencillos en forma de glucosa, sacarosa y fructosa, en cantidades que varían del 1 al 3% del grano. El almidón está formado por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina. La amilosa es una molécula esencialmente lineal de unidades de glucosa, que constituye hasta el 25-30% del almidón. El polímero amilopectina también consiste de unidades de glucosa, pero en forma ramificada y constituye hasta el 70-75% del almidón.

Grasas

De las grasas, reserva energética, se sirve el cuerpo para obtener la energía que no le aporta las calorías de una dieta deficitaria. Además, envuelven los órganos vitales para protegerlos de posibles contusiones y actúan como protectoras del cuerpo cuando las temperaturas son bajas. Una dieta deficitaria en grasas puede provocar serios problemas de salud, por que el organismo recurre a las grasas de los tejidos musculares para producir energía, la ingestión excesiva de grasas es malo, por que el cuerpo al no poderlos convertirlos en energía, los acumula, como es el caso de la obesidad, condición que se relaciona con los desequilibrios circulatorios y cardiacos.

Las grasas se descomponen en ácidos grasos que pasan a la sangre para formar los triglicéridos propios del organismo; los ácidos grasos pueden ser saturados e insaturados, las saturadas proceden de animales y elevan el nivel de

colesterol en la sangre; mientras que las insaturadas proceden de vegetales y tienden a bajar el colesterol.

Fibra

La fibra alimentaria es un componente importante de los alimentos vegetales que procede de las paredes y tejidos de frutas, hortalizas, tubérculos, cereales y leguminosas. La fibra alimentaria es una mezcla de polisacáridos con una compleja distribución. Los componentes mayoritarios de la fibra alimentaria son celulosa, hemicelulosa, pectinas, lignina, alginatos, gomas y mucílagos. Además, otros componentes de las células vegetales están presentes en pequeñas cantidades en las fracciones de fibra alimentaria y pueden ser de importancia fisiológica. Entre estos se encuentran las proteínas de la pared celular, polifenoles de alto peso molecular, ceras, ácido fítico, ésteres de ácido acético, minerales.

La fibra dietética se clasifica según su solubilidad en agua como fibra soluble e insoluble. La fibra dietética soluble incluye pectinas, gomas, mucílagos y ciertos tipos de hemicelulosa solubles y polisacáridos de reserva de la planta. La fibra dietética soluble se caracteriza por que gran parte de ella sufre un proceso bacteriano de fermentación en el colon con producción de hidrógeno, metano, dióxido de carbono y ácidos grasos de cadena corta que son absorbidos y metabolizados. Los efectos fisiológicos de ésta fracción de fibra se asocian generalmente con la disminución del colesterol en sangre y con el control de la glucosa.

La fracción de fibra dietética insoluble incluye celulosa, lignina y algunas fracciones de hemicelulosa insoluble. Apenas sufre procesos fermentativos en el intestino grueso y tiene un efecto más marcado en la regulación del tránsito intestinal y aumento de la excreción fecal.

En la tabla 2 se muestran las propiedades de los componentes de la fibra dietética total y su utilidad.

Tabla 2: Propiedades de los componentes de la fibra dietética

Componente	Propiedades
Celulosa	Retener agua en las heces (100 g pueden fijar 40 cc de agua). Aumentar el volumen y el peso de las heces. Favorecer el peristaltismo del colon Disminuir el tiempo de tránsito colónico Aumentar el número de deposiciones intestinales Reducir la presión intraluminal No interviene en la absorción de metales divalentes, colesterol y ácidos biliares Utilidad: Estreñimiento
Hemicelulosa	Aumenta el volumen y el peso de las heces Reduce la elevada presión intraluminal del colon Aumenta la excreción de ácidos biliares Utilidad: Estreñimiento
Pectinas	Absorben el agua Retrasan el vaciamiento gástrico Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon Fijan los ácidos biliares y aumentan su excreción Reducen la concentración plasmática del colesterol Mejoran la tolerancia de los diabéticos a la glucosa Utilidad: Absorción lenta de nutrientes y correcta funcionalidad de las bacterias del colon
Gomas	Retrasan el tiempo de vaciado gástrico Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon Reducen la concentración plasmática del colesterol Mejoran la tolerancia de los diabéticos a la glucosa Utilidad: Absorción lenta de nutrientes y correcta funcionalidad de las bacterias del colon
Mucílagos	Disminución del tiempo de vaciado gástrico Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon Fijan los ácidos biliares Utilidad: Absorción lenta de nutrientes y correcta funcionalidad de las bacterias del colon
Lignina	Reducen el grado de digestión de la fibra Inhibe el crecimiento de colonias bacterianas intestinales

Fuente: (Astuhuaman 2007)

El contenido de fibra en algunos cereales se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Contenido de fibra en algunos cereales en porcentaje (%)

Cereal	Fibra dietaria total	Fibra dietaria insoluble	Fibra dietaria soluble
Arroz	6,03	5,20	0,83
Avena	14,48	11,36	3,12
Maíz amarillo	19,49	17,65	1,84
Trigo	19,41	19,31	0,10
Cebada	8,51	5,77	2,74
Quinoa	7,80	5,31	2,49
Kañihua	16,41	12,92	3,49
Kiwicha	8,96	5,76	3,19

Fuente: (Repo-Carrasco R 2005)

Minerales

Los minerales inorgánicos son imprescindibles para el correcto funcionamiento de nuestro organismo, como la reconstrucción estructural de los tejidos corporales, además, participan en la acción de los sistemas enzimáticos, contracción muscular, reacciones nerviosas y coagulación de la sangre. Estos nutrientes minerales, deben ser suministrados en la dieta y se dividen en dos grupos: macroelementos, tales como calcio, fósforo, magnesio, sodio, hierro y potasio; y microelementos, tales como cobre, zinc y otros.

Calcio

El calcio interviene en la formación y fortalecimiento de dientes y huesos; regulación de la excitabilidad nerviosa, en la contracción muscular y prevención de la osteoporosis, la carencia de este mineral conduce a la interrupción del crecimiento, caries y malformación de encías, debilidad muscular, falta de reflejos, síntomas mentales y emocionales, etc. El ser humano necesita de 800 a 1500 mg al día. (Armijo 2000).

Potasio

El potasio mantiene el balance ácido / base requerido para una actividad celular eficiente; además interviene en el control de la contracción muscular, incluida la del corazón; control de la presión sanguínea, regula el ritmo cardiaco, la diabetes, la hipertensión y el tratamiento de la bulimia nerviosa. La carencia de este mineral puede provocar una presión baja, cansancio, debilidad muscular y calambres.. El cuerpo requiere diariamente 4g al día de este mineral (Armijo 2000).

Fósforo

Es el segundo elemento más abundante en el organismo tras el calcio. La función principal del fósforo en el cuerpo humano es la de combinarse con el calcio para formar fosfato cálcico, que es el elemento esencial para constituir huesos y los dientes. Desempeña un papel importante en el metabolismo de energía en las células, afectando a los hidratos de carbono, lípidos y proteínas este elemento esta presente en la mayoría de los alimentos que consumimos, es necesario para el uso de las proteínas, grasas y carbohidratos por el cuerpo y su conversión en energía. (zonadiet 2011)

Magnesio

Es el cuarto catión más abundante en el organismo, y se encuentra ampliamente distribuido en el mismo, el hueso sirve como depósito de magnesio, allí se encuentra aproximadamente el 50 a 60 % del total (20 a 28 %), de manera que en situaciones de déficit es liberado para el mantenimiento de las concentraciones sanguíneas, del resto un 35 % se distribuye en el músculo y los tejidos blandos y un 1% en el líquido extracelular. El magnesio es un mineral esencial que juega un papel fundamental en los principales ciclos biológicos y su papel fisiológico está ligado a acciones enzimáticas por que activa más de 300 enzimas, incluyendo algunas de las participantes de la

síntesis de ácidos grasos y proteínas y mantiene el potencial eléctrico de las células nerviosas y musculares.

Función del magnesio; prevenir cardiopatías, la osteoporosis y las piedras de riñón, el tratamiento de la dismenorrea y el síndrome premenstrual y el alivio del cansancio, la fatiga crónica y la pérdida de apetito. El magnesio debería estar cuidadosamente regulado, ya que sus alteraciones podría originar efectos sobre la fisiología cardíaca, espasmos musculares, trastornos alimenticios, alteraciones nerviosas, infarto, arritmia, cálculos renales, hipertensión arterial, etc. Una deficiencia de magnesio puede causar problemas al corazón, formación de coágulos, temblor muscular y confusión mental. (Gómez-Villalva, 2005)).

Sodio

El sodio juega un importante papel en el balance hidroelectrolítico y ácido-base, así como en los mecanismos de transporte y de excitabilidad muscular y nerviosa. Este elemento tiene un papel regulador e interviene en todos los procesos biológicos, siendo característico su poder hidratante, acción reguladora de los procesos de permeabilidad celular y, junto con el calcio del potencial de membrana y del equilibrio de Donnan, de tanta influencia en el recambio iónico. Los procesos enzimáticos orgánicos son, en su mayor parte, modificados por los equilibrios iónicos y de manera semejante, la transmisión del impulso nervioso precisa del sodio que, en este sentido, puede considerarse como mantenedor de la excitación neuromuscular. Prácticamente todas las funciones orgánicas precisan del normal aporte del sodio. (Armijo, 2000).

Zinc

Es un elemento traza ampliamente distribuido por todas las células, fluidos y secreciones, participando en numerosas funciones catalíticas, estructurales y reguladoras. El contenido total de este mineral en el organismo es aproximadamente de 1,5 g en la mujer y 2,5 g en el hombre y la mayor parte está repartida entre el hueso y el músculo esquelético, interviene en la

regeneración de la piel, pelo y uñas; sistema inmunológico y en la división celular.

El zinc es importante para la formación de enzimas que participan en la síntesis y degradación de carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos, es un potente antioxidante celular gracias a su capacidad para retardar los procesos oxidativos y es un componente esencial para el sistema inmune.

El zinc es muy importante en el ciclo reproductivo de múltiples especies. En humanos, es necesario para la formación y maduración del espermatozoide, para la ovulación y la fertilización. La suplementación de zinc proporciona beneficios en casos de esterilidad masculina y en la reducción de complicaciones durante el embarazo (Gómez-Villalba, 2005).

Hierro

El hierro es un mineral de vital importancia en el ser humano. Participa en el metabolismo oxidativo, crecimiento y proliferación celular, así como en el transporte (hemoglobina) y almacenamiento de oxígeno (mioglobina), la facilidad con la que el hierro se oxida y reduce permite su máximo aprovechamiento para el organismo. Una deficiencia de hierro en la alimentación conduce a la anemia prontamente, fatiga y depresiones. La mujer, desde que comienza a menstruar hasta la menopausia, necesita el doble de hierro en su dieta. Se debe consumir de 15 a 24 mg. al día. (Gómez-Villalba, 2005).

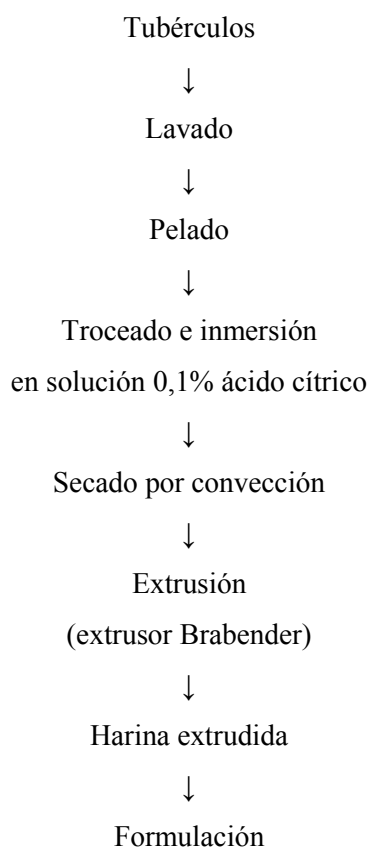
Cobre

La función del cobre; participa en la absorción y la utilización de hierro, ayuda a la oxidación de la vitamina C y trabaja con ella en la formación de la elastina, el componente principal de los músculos.

El cobre está presente en muchas enzimas y proteínas, junto al hierro ayuda a la formación de los glóbulos rojos y al mantenimiento de vasos sanguíneos, nervios, sistema inmunitario y huesos saludables (Zonadiet 2011)

3.2.6. Procesamiento de harinas

La harina extraída de ñame (*Dioscorea alata*) se obtuvo a partir de los tubérculos de la variedad blanca, los que fueron lavados, pelados, troceados e inmersos en una solución de ácido cítrico al 0,1% y secado por convección a 80 °C por 4 horas, que luego fueron sometidos a un proceso de molienda en un molino de martillo (marca Thomas-Wiley, Modelo 4). Obtenida la harina se ajustó su contenido de humedad a $15 \pm 1\%$, para ser sometida al proceso de extrusión en un equipo extrusor de laboratorio de tipo monotornillo, marca Brabender, modelo AEV.330, a una velocidad de alimentación de 60 rpm, velocidad de tornillo de 120 rpm, y temperaturas de extrusión de 75 °C en la primera zona y de 180 °C en la tercera zona. Los “collets” obtenidos en el proceso de extrusión fueron secados a 90 °C por 30 minutos y sometidos a un proceso de molienda hasta alcanzar un tamaño de partícula equivalente a 60 mesh, siendo la harina extrudida de ñame empacada al vacío y mantenida a temperatura ambiente temporalmente hasta su uso (figura 2).



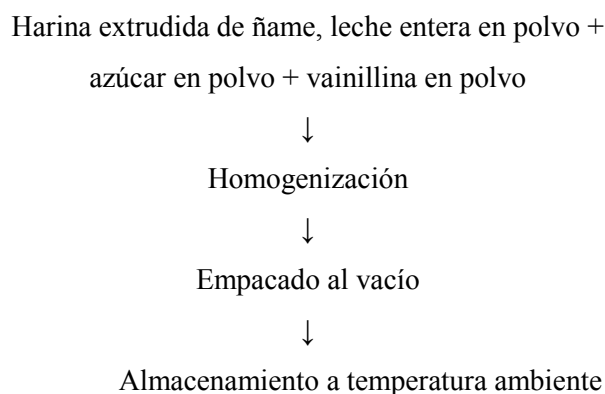


Figura 2: Esquema tecnológico para obtener la harina extrudida de ñame
Fuente: (Pacheco y otros 2008).

3.2.7. Composición nutritiva de las harinas

El valor nutritivo de la harina depende mucho del porcentaje de la extracción, como se muestran en las tablas 4 y 5.

Tabla 4: Pérdida de algunos nutrientes en la molienda del grano de trigo

Constituyente	Porcentaje de pérdidas (%)
Potasio	77
Fósforo	70
Magnesio	85
Hierro	75

Fuente: (Kent 1987)

Tabla 5: Composición nutritiva de los productos de la molienda del trigo.

Componente	Harina	Salvado	Germen
Proteínas (%)	10	15	28
Lípidos (%)	1	5	12
Cenizas (%)	0,5	6	5
Hidratos de carbono (%)	78,5	64	45
Hierro (mg)	2,4	12	9

Fuente: (Kent 1987)

Composición nutritiva de las harinas de *Dioscoreaceae*

Composición química de las harinas de mapuey blanco y morado (*Dioscorea trifida*) y del ñame *Dioscorea alata*, se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Composición nutritiva (g/100 g), minerales y rendimiento en harinas de tubérculos de la familia de las *Dioscoreaceae*

Nutriente	D. Trifida ² (Mapuey morado)	D. Trifida ² (Mapuey blanco)	D. Alata ¹ (Ñame)
Humedad	7,699	7,700	11,60
Grasa	0,26	0,29	1,50
Proteína ²	5,32	7,40	1,80
Fibra cruda	1,95	2,01	0,40
Fibra dietaria total	ND	ND	0,54
Ceniza	4,14	3,38	1,00
Carbohidratos	88,33	86,93	23,50
Almidón	ND	ND	94,67
Calcio (mg)	24,40	18,03	3,00
Fósforo (mg)	ND	ND	30,00
Hierro (mg)	10,47	5,80	0,70
Sodio (mg)	39,54	28,58	ND
Potasio (mg)	170,00	ND	ND
Zinc (mg)	1,05	ND	ND
Magnesio (mg)	40,82	36,24	ND
Rendimiento (%)	23,01	23,00	ND

Fuente: (1) (Collazos et al 1975)

(2) (Montaldo 1975)

ND = No determinado

Composición nutritiva de las harinas de tubérculos

En la tabla 7, se presenta la composición nutritiva de las harinas de tubérculos.

Tabla 7: Composición nutritiva de harinas de tubérculos por 100 g

Nutriente	Yuca ¹	Patata ¹	Oca ²	Yacón ²	Maca ⁴
Calorías (cal)	127	89	61	19,5	351,2
Proteínas	0,9	2,1	1,0	0,3	19,4
Grasa	0,3	0,1	ND	ND	0,4
Carbohidratos	32,0	20,0	13,3	ND	67,5
Cenizas	0,4	1,0	1,0	ND	6,0
Humedad	15	15	16	16	6,7
Fibra	0,85	0,7	ND	ND	6,5
Magnesio (mg)	66,0	ND	ND	ND	56,5
Potasio (mg)	76,4	ND	ND	240	2050,0
Calcio (mg)	ND	ND	2,0	9,5	451,1
Fósforo (mg)	ND	ND	36	ND	145,4
Hierro (mg)	ND	ND	1,6	ND	9,5

Fuente: (1) (Fernández, D y otros 2008)

(2) (Yenque J y otros 2008)

(3) (CIP 2008)

(4) (Espíritu, Oscar 2003)

Valor nutricional de la harina de yuca

Es muy rica en hidratos de carbono complejos, pobre en proteínas y grasas, y muy buena fuente de vitaminas del grupo B (B2, B6), vitamina C, magnesio, potasio, calcio y hierro.

Ghana ha demostrado la importancia que puede tener el cultivo de yuca en la lucha contra el hambre. Gracias en parte a un aumento de casi 40 por ciento de la producción de yuca, Ghana logró reducir la subnutrición más aceleradamente que cualquier otro país entre 1980 y 1996. "La experiencia ha

demostrado que el aumento de la producción y el consumo de yuca puede ser un fuerte estímulo para el desarrollo agrícola en los países en desarrollo”.

Para que estos alimentos tradicionales lleguen a convertirse en la base de industrias locales comercialmente viables hacen falta nuevas tecnologías mejoradas de transformación. Los productores comerciales de yuca y los encargados de transformar este producto tendrán que encontrar formas de aumentar la producción, reducir los costos de la mano de obra y mejorar la calidad del producto para poder competir con los cereales importados.

Obtener harina de yuca de gran calidad podría contribuir a que muchos países en desarrollo redujeran su dependencia de los granos importados. Un informe ha afirmado que sustituir un 15 por ciento de harina de trigo con harina de yuca podría ahorrarle a Nigeria casi 15 millones de dólares anuales de divisas. En Jamaica, los productores de pan bammy, elaborado con harina de yuca, han logrado con éxito hacerse un nicho rentable en el mercado. "En pocas palabras, muchos gobiernos podrían ahorrar dinero si invirtieran en serio para desarrollar su industria comercial de la yuca" (Fernández et al 2008).

Valor nutricional de la harina de patata

Considerada la madre de los tubérculos andinos, ha logrado por su larga historia un desarrollo de importancia única como alimento. El cronista describe que los indígenas preparaban pan con un producto amiláceo llamado “chuño”, obtenido de papas descortezadas y secas.

Partiendo de papas silvestres, no comestibles, los pobladores de la región andina fueron desarrollando una diversidad de papas que hasta el presente enriquecen la alimentación de muchas comunidades alto andinas. Las papas nativas se caracterizan entre otras cualidades por su estabilidad en los rendimientos y por su diversidad de formas, colores y pigmentación interna del tubérculo

La papa es un alimento que no contiene casi nada de grasa, y su valor nutritivo depende mucho de su forma de preparación, con o sin piel, y de las variedades (Fernández et al 2008).

Valor nutricional de la harina de oca

La oca, *Oxalis tuberosa*, es importante fuente de carbohidratos, calcio e hierro. De textura harinosa y ligeramente dulce. Puede comerse hervida, cocida al horno, frita, encurtida; también se puede usar en panificación, confitura y extracción de alcohol por fermentación, dado su alto contenido de harina y azúcares. Se pueden llegar a obtener hasta 6 tn/ha de harina. El zumo es refrescante. La parte comestible son los tubérculos, tallos cortos de forma alargada con yemas u “ojos” pronunciados y con gran diversidad de colores desde el blanco, amarillo pálido, pasando por el anaranjado, rosado, hasta el violeta oscuro casi negro. Más allá de esta clasificación por colores, también se clasifica por el contenido de oxalatos que le dan un mayor o menor sabor amargo (Fernández et al 2008)

Valor nutricional de la harina de Yacón

El yacón, *Smallanthus sonchifolius*, es una planta perenne, que llega a medir hasta 2 y 3 metros de altura; sus raíces de reserva tiene una pulpa que se come cruda, luego de dejarse al sol durante algunos días para que se seque. Con este proceso su sabor y dulzura se intensifica, pudiéndose comer como si fuera una fruta o consumir en bebidas, jarabes, jugos, mermeladas y jaleas. Posee una oligofructosa, que no es absorbida por el organismo, por lo cual no eleva los niveles de glucosa en sangre. Esta oligofructosa representa entre el 30 y 70% del peso seco, y un 15 a 40% esta formado por azúcares simples (sacarosa, fructosa y glucosa). Desde el punto de vista de la salud es naturalmente bajo en calorías (1,5 Kcal/g.), y adicionalmente la oligofructosa protege el colon de infecciones. Tiene poca proteína, escasa grasa, grandes cantidades de potasio y gran contenido de antioxidantes (ácido clorogénico, triptófano y varios fenoles derivados del ácido caféico), tanto en las hojas como las raíces (Fernández et al 2008).

Valor nutricional de la maca

El valor nutricional de la maca se asemeja al de los cereales, tanto en contenido de proteínas como de carbohidratos. El análisis químico ha demostrado la presencia de isotiocianatos, más específicamente de pmetoxibenzilisotiocianato estimulante del proceso hormonal reproductivo, también de alcaloides como las macainas activadores de la calcitonina que regula el calcio y fósforo y de fructosa.

La maca ha sido catalogada como un milagroso revitalizante, energizante y anti-stress natural de primer nivel que actúa como nutriente, reconstituyente y vigorizante combatiendo el cansancio físico y mental.

Las propiedades de esta planta son innumerables, debido a ello su uso es recomendado para casos de desnutrición, convalecencia, pérdida de memoria, desgano, cansancio, debilitamiento de la estructura ósea y otros.

La maca es principalmente destacable por sus propiedades para combatir la impotencia masculina, la infertilidad en ambos sexos, las irregularidades menstruales y el síndrome menopáusico en las mujeres. (Blanco 2008)

Valor biológico

Las proteínas son sustancias orgánicas que contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Están compuestas de aminoácidos, sus unidades más simples, algunos de los cuales son esenciales para nuestro organismo; es decir, que necesariamente han de ser ingeridos junto con la dieta, ya que el cuerpo no es capaz de producirlos por sí solo.

Aminoácidos esenciales son: Isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. En función de la cantidad de aminoácidos esenciales, se establece la calidad de los distintos tipos de proteínas. Aquellas que contienen cantidades suficientes de cada uno de los aminoácidos esenciales son proteínas de alto valor biológico y, cuando falta un aminoácido esencial, el valor biológico de esa proteína disminuye.

El organismo no puede sintetizar proteínas si tan sólo falta un aminoácido esencial. Todos los aminoácidos esenciales se encuentran presentes en las proteínas de origen animal (huevo, carnes, pescados y lácteos), por tanto, estas proteínas son de mejor calidad o de mayor valor biológico que las de origen vegetal (legumbres, cereales, tubérculos y frutos secos), deficitarias en uno o más de esos aminoácidos. Sin embargo, proteínas incompletas bien combinadas pueden dar lugar a otras de valor equiparable a las de la carne, el pescado y el huevo (especialmente importante en regímenes vegetarianos). Son combinaciones favorables: leche y arroz o trigo o sésamo o patata, leche con maíz y soja, legumbre con arroz, alubia y maíz o trigo, soja con trigo y sésamo o arroz, arroz con frutos secos, etc.

Proteínas completas o de alto valor biológico. Si contienen los aminoácidos esenciales en cantidad y proporción adecuadas.

Proteínas incompletas o de bajo valor biológico. Si presentan una relación de aminoácidos esenciales escasa. Las legumbres y los frutos secos son deficitarios en metionina, mientras que los cereales son deficitarios en lisina. Según la OMS, la proteína de mayor calidad es la del huevo, a la que se asignó el valor de referencia 100, a partir del cuál se determina el valor biológico del resto de proteínas (Guío 2008).

Toxicidad en alimentos

La toxicología de alimentos en forma concisa se refiere al conocimiento sistemático y científico de la presencia de sustancias potencialmente dañinas en los alimentos, y evitar hasta donde sea posible la ingesta de una cantidad que ponga en riesgo la salud del consumidor.

Factores implicados en la intoxicación

La acción de un agente tóxico sobre un organismo vivo denominado como intoxicación, es un proceso relativamente complejo, en el cuál están involucrados muchos factores, sin embargo hay por lo menos cinco factores que están íntimamente ligados al fenómeno de la intoxicación y son los siguientes.

- **Carácter tóxico del agente xenobiótico.** Es el agente que produce la intoxicación puede ser químico o físico, en toxicología de alimentos se refiere exclusivamente a sustancias químicas. Es cualquier sustancia extraña al organismo en cuestión. Paracelso mencionó “no hay sustancia que no sea venenosa”, el efecto benéfico o dañino de una sustancia depende de la dosis; para cada sustancia química hay un determinado grado de toxicidad.
- **Sistema biológico:** Sistema sobre el cuál actúa el agente tóxico y es de suma importancia, ya que el efecto variará notablemente según el organismo.
- **Vía o ruta de absorción:** Es bien conocido que un mismo agente tóxico, puede producir efectos muy diferentes, dependiendo de la ruta por la cuál el sistema biológico lo absorba.
- **Tiempo de interacción del agente tóxico:** El efecto de un agente tóxico sobre un sistema biológico se traduce en una alteración del equilibrio fisiológico (homeóstasis), por lo que una intoxicación es una enfermedad y como tal debe considerarse bajo un criterio patocrónico, o sea se debe observar la evolución en función del tiempo y así podemos clasificarla como intoxicación aguda, crónica o subaguda.
- **Excreción del agente tóxico:** La excreción de los tóxicos se efectúa por medio de la orina, bilis, heces y una alta proporción de los compuestos volátiles por el aire expirado. Menores cantidades se eliminan por la leche, el sudor y la saliva.

Dosis letal media (DL₅₀)

Es un parámetro toxicológico de suma importancia para definir el grado de toxicidad de una sustancia. En la obtención de la DL₅₀ es necesario además de obtener el dato numérico, describir como mínimo la vía de administración, así como la especie animal. La DL₅₀ indica la muerte que produce el tóxico en el 50% de los animales experimentados, expresados como mg del compuesto por Kg de peso del animal. (Valle y Lucas 2000).

Harina integral

Según (Indecopi NTP 205.027 1986) norma de harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial, define a la harina integral, como el producto resultante de la molienda del grano de trigo completo y limpio.

Hasta hace aproximadamente 150 años la mayor parte de las harinas de trigo, eran harinas integrales de trigo, pero a partir de finales del siglo XX se dejó de emplear. Hoy han vuelto al mercado gracias al énfasis de la alimentación sana ya que contiene un alto porcentaje de fibra lo que permite mejorar la digestión, éste tipo de harina es empleado en la elaboración del pan negro. Según el grado de molienda se admiten 3 tipos de harinas: grueso, medio y fino.

El trigo además de hidratos de carbono complejos, aporta proteína y fibra insoluble, la fibra es necesaria para evitar problemas de estreñimiento, además disminuye el riesgo de sufrir otras enfermedades como el cáncer de colon y los cálculos biliares. Posee una alta cantidad de vitaminas del grupo B, entre las que destacan la B3, B5, B6 y B9, conocida como ácido fólico. Estas vitaminas son necesarias para el correcto funcionamiento del sistema nervioso, ya que mejoran las funciones intelectuales. La harina integral posee lignanos, una clase de fitoestrógenos que tienen la propiedad de regular el flujo de hormonas. Gracias a esto, además de aliviar los síntomas que aparecen durante la menopausia, disminuyen el riesgo de sufrir cáncer de próstata, de mamas y de útero. No tiene una cantidad importante de minerales, aunque se destaca su contenido de selenio, ésta sustancia posee un efecto anti oxidante, por lo que protege al organismo de la acción de los radicales libres que dañan las células, produciendo a su vez enfermedades degenerativas. El selenio que contiene el trigo favorece el correcto funcionamiento del corazón, el sistema circulatorio y los órganos del aparato reproductivo, además la harina integral posee magnesio, cobre y manganeso.

A los productos obtenidos de otros granos (cereales, menestras), tubérculos y raíces, les corresponde la denominación de “harina”, seguida del nombre del vegetal del que provienen.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según la orientación o nivel la presente investigación es básica, porque aporta conocimiento sobre los nutrientes de la harina de runtuy.

Según el análisis y alcance de los resultados es una investigación descriptiva por que busca especificar las características nutricionales de la harina de runtuy.

4.2 UNIVERSO Y MUESTRA

4.2.1. Población o universo

En la presente investigación la población son los tubérculos de runtuy que existen en el sector de Chacaypampa, en los puntos A, B, C y D, distrito de Catac provincia de Recuay, Ancash.

4.2.2. Tamaño de muestra

La muestra es una parte de la población o universo que tiene todos los atributos de la población. El muestreo fue no probabilístico por ser un estudio de caso. El lugar de muestreo fue el sector de Chacaypampa distrito de Catac, provincia de Recuay, departamento de Ancash, ubicado entre 3740 a 3790 msnm, en este sector se ubicaron cuatro puntos de muestreo: A, B, C, D que se muestran en la tabla 8 y figura 3.

Tabla 8: Puntos de muestreo de runtuy

Punto de muestreo	Latitud	Longitud	Altitud msnm
A	9° 46' 08,27''S	77° 23' 26,08''O	3741
B	9° 46' 14,34''S	77° 23' 08,99''O	3784
C	9° 45' 48,51''S	77° 23' 39,10''O	3763
D	9° 45' 54,16''S	77° 23' 11,81''O	3788

Fuente: Google Earth



Figura 3 : Ubicación del lugar de muestreo

La muestra total recolectada fue de 45 Kg de runtuy fresco, según el cronograma establecido que se muestra en la tabla 9.

Tabla 9: Detalles de muestreo

Fecha	Runtuy fresco (Kg)
19/ 05/2010	15
10/ 07/2010	15
08/ 08/2010	15



Figura 4: Recolección de runtuy

4.3. ELABORACIÓN DE HARINA DE RUNTUY

Para la elaboración de la harina de runtuy se siguió el diagrama de flujo que se muestra en la figura 5.

Esquema tecnológico para obtener la harina de runtuy

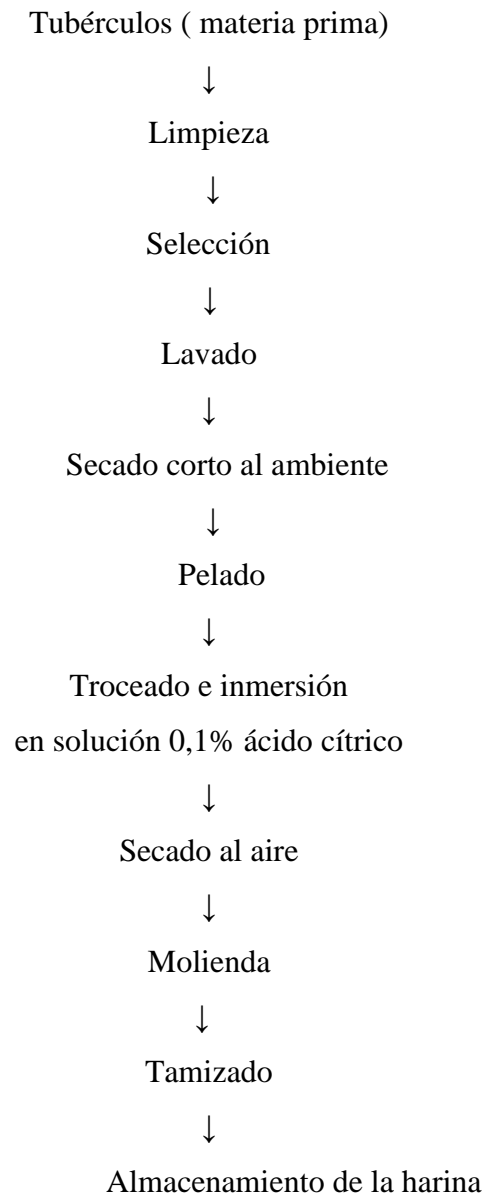


Figura 5: Diagrama de flujo para la obtención de harina de runtuy, modificado de (Pacheco y otros 2008)

Materia prima

Es el tubérculo maduro y fresco proveniente de los puntos de muestreo.

Limpieza

Se realizó con el fin de eliminar impurezas, tales como: tierra, tallos, pajas, raicillas laterales y otros, que siempre se encuentran en la materia prima.

Selección

La selección se realiza con el objeto de uniformizar el tamaño de la materia prima, runtuy, con el fin de tener una harina de calidad.

Lavado

En esta etapa se eliminan principalmente la tierra que va adherida en la superficie de la cáscara.

Secado corto al ambiente

Se realiza con el fin de que la pulpa se desprenda de la cáscara interna y facilite el pelado del runtuy.

Pelado

Se realiza con el fin de quitar la cáscara (envoltura) al tubérculo y obtener la pulpa blanca.

Troceado e inmersión en solución 0,1% de ácido cítrico

La pulpa es troceada en hojuelas delgadas para luego ponerla en inmersión en una solución 0,1 % de ácido cítrico, para facilitar el secado y evitar la oxidación externa de la pulpa.

Secado al aire

Se realiza a la sombra hasta alcanzar el equilibrio con la humedad del ambiente.

Molienda

Se realiza con el fin de convertir las hojuelas secas en harina de runtuy.

Tamizado

Se realiza para obtener la distribución granulométrica de la harina de runtuy, y obtener los diferentes productos que da origen. Para esta operación se utilizaron un conjunto de tamices específicos para harinas que se indican en la tabla 10.

Tabla 10: Características de los tamices utilizados

Nº de Tamiz	Diámetro medio (μm)
20	850
30	600
40	425
70	212
80	180
170	90
Base	-

Los resultados granulométricos sirven para determinar el grado de finura de la harina y los diferentes productos a obtenerse.

El grado de finura de la harina se obtiene por NTP de INDECOPI. Primero se determina el módulo de finura (MF) en base al análisis granulométrico, aplicando la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\sum FF \times \%}{\sum MR}$$

Donde:

$\sum FF \times \%$ = Sumatoria del producto del factor para el módulo de finura y el porcentaje del material retenido.

$\sum MR$ = Sumatoria del porcentaje de material retenido

En la tabla 11, se establece la relación entre el módulo de finura (MF) y el grado de finura.

Tabla 11: Relación entre MF y grado de finura

Módulo de finura (MF)	Grado de finura
0 – 2	fino
2 – 4	medio
> 4	grueso

Fuente: INDECOPI

Con los resultados del análisis granulométrico se determinan los productos que se obtienen de la harina de **cereales**, según el sistema U.S.B.S (United States Bureau Standard), como se muestra en la tabla 12.

Tabla 12: Productos del tamizado para cereales

Producto	Harina retenida en tamices N°
Salvado	20, 30 y 40
Sémola	70
Harina	80, 170 y Base

Fuente: Sistema U.S.B.S (United States Bureau Standard)

En el presente trabajo el sistema U.S.BS, propuesto en la tabla 12, se adaptó para la harina del tubérculo runtuy, los productos obtenidos se han agrupado en sémola y harina, como se muestra en la tabla 13.

Tabla 13: Productos del tamizado de harina de runtuy

Producto	Harina retenida en tamices N°
Sémola	20, 30 y 40
Harina	70, 80, 170 y Base

Fuente: Propia

Almacenamiento de la harina

Se realiza a temperatura ambiente y en bolsas de papel para evitar alteraciones del producto obtenido.

4.4. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA

Para la caracterización de la harina de runtuy en cuanto al análisis proximal, propiedades físicas, valor biológico y prueba de toxicidad se utilizaron los métodos mencionados en las tablas 14, 15, 16 y 17 , y figura 6, respectivamente.

Tabla 14: Métodos utilizados en la evaluación de nutrientes

Componente	Métodos
Proteína total (N x 6,25)	AOAC-978.04, c3, 18 th Ed. 2005
Grasa	AOAC-930.09, c3.
Carbohidrato	Por cálculo
Almidón	NTP 208.005, 1990
Humedad	AOAC-930.04.c3
Ceniza	AOAC-930.05.c3. 18 th Ed. 2005
Fibra cruda	AOCS-Ba-6-84,1998
Fibra dietética total	LE-ME-FDA. Versión 01 Feb. 2006
Minerales:	
. Calcio	AOAC-968.08,c4,18 th Ed. 2005
. Potasio	AACC-4071.11 th Ed. 2009
. Fósforo	AOAC-995.11, c45, 18 th Ed. 2005
. Magnesio	AOAC-968.08, c4, 18 th Ed. 2005
. Sodio	AACC-40-71.11 th Ed. 2009
. Zinc	NOM-117-SSA1-1994
. Fierro	NOM-117-SSA1-1994
. Cobre	NOM-117-SSA1-1994

Fuente : Métodos AOAC (CERPER)

Contenido calórico

El contenido calórico se determinó por el método del cálculo, en base a contenido de proteínas, grasa y carbohidratos que tiene la harina de runtuy, con la siguiente fórmula:

$$\text{Energía Calórica} = \% \text{ proteínas} \times 4 + \% \text{ grasa} \times 9 + \% \text{ carbohidratos} \times 4$$

Tabla 15: Propiedades físicas de la harina

Componente	Métodos
pH	AOAC-981.12, c42, 18 th Ed. 2005
Acidéz (g H ₂ SO ₄ /100g)	NTP-205.039

Fuente: AOAC y NTP (CERPER)

Valor biológico (VB)

La metodología para la determinación del valor biológico se muestra en la figura 06, y se determinó utilizando la siguiente fórmula.

$$\text{VB} = \frac{\text{Nitrógeno Ingerido} - (\text{Nitrógeno fecal} + \text{Nitrógeno urinario})}{\text{Nitrógeno Ingerido} - \text{Nitrógeno fecal}} \times 100$$

Valor biológico

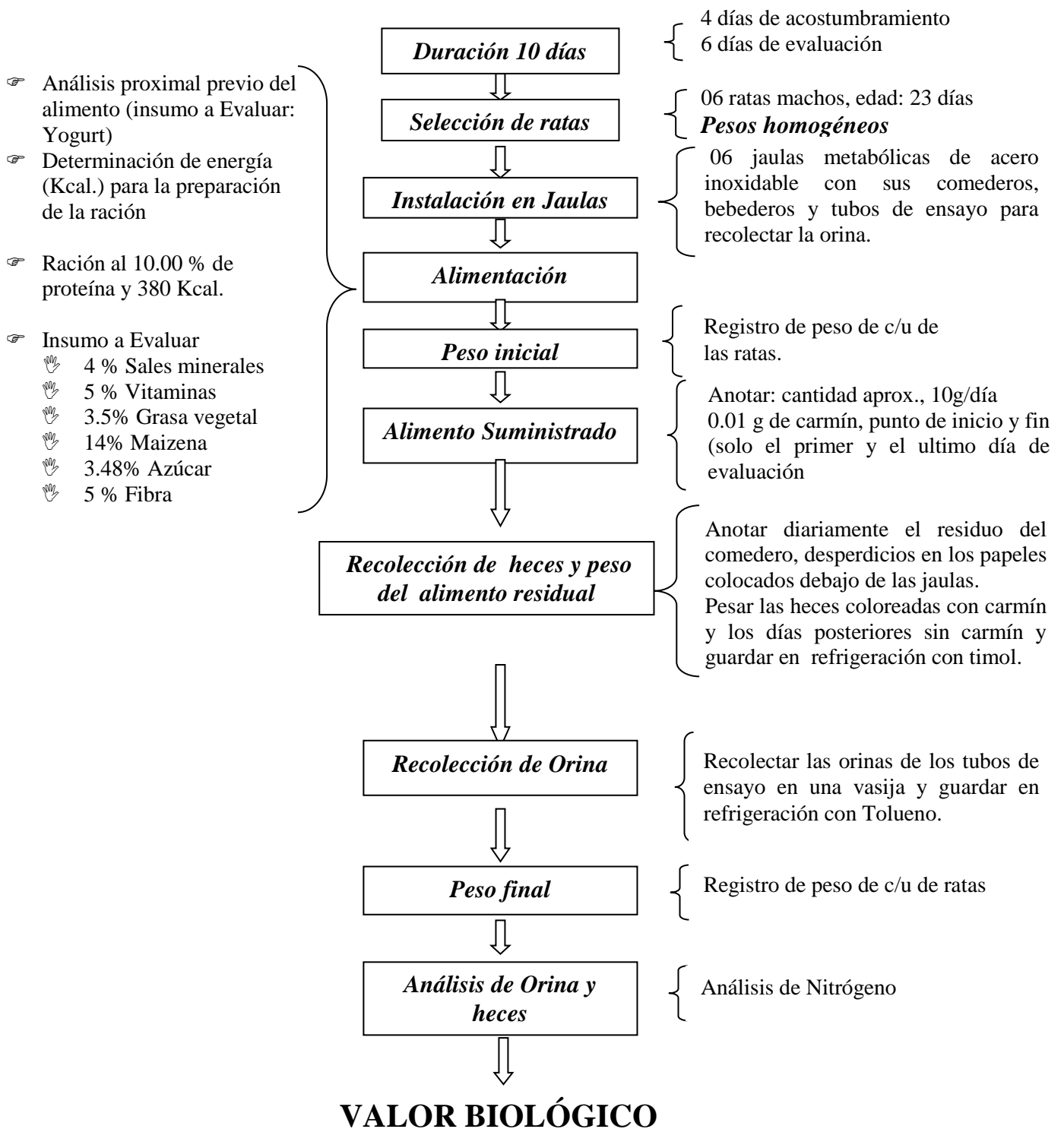


Figura 06: Determinación del valor biológico

Tabla 16: Prueba de toxicidad oral aguda (DL₅₀) en ratas (dosis letal media)

Componente	Métodos
Toxicidad oral aguda (DL ₅₀)	OECD Guideline 401 for testing of chemicals (Cetox)

Fuente: CETOX

Determinación del tipo de harina

Esta determinación se basa en Indecopi NTP 205.027, según la tabla 17

Tabla 17 : Tipos de harina

Requisitos (%)	Especial		Extra		Popular		Semi integral		Integral	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Humedad	-	15,0	-	15,0	-	15,0	-	15,0	-	15,0
Cenizas	-	0,64	0,65	1,00	1,01	1,40	1,41	-	-	-
Acidéz	-	0,10	-	0,15	-	0,16	-	0,18	-	0,22

Fuente: Indecopi: NTP 205.027

V. RESULTADOS

5.1. ELABORACIÓN DE HARINA DE RUNTUY

El procedimiento seguido para la preparación de la harina de runtuy es el esquema tecnológico que se muestra en la figura 5.

Materia prima

Es el tubérculo maduro y fresco (runtuy) proveniente del muestreo, el tamaño oscila de 1,5 a 3,5 cm de diámetro, los más grandes tienen un peso promedio de 12 g cada uno. Se trabajó con 45 kilos del tubérculo.

Tabla 18: Componentes del runtuy fresco

Componente	Porcentaje
Cáscara	15,8
Humedad	59,013
Harina	24,612



Figura 7: Runtuy recolectado

Limpieza

Se realizó manualmente con un cuchillo para eliminar tierra y raicillas de los costados del tubérculo y algunos tallos. Eliminándose 4,5 kilos de impurezas.



Figura 8: Limpieza del runtuy

Selección

Se seleccionó el tubérculo en tres grupos en base al diámetro del bulbo como se presenta a continuación:

Tipo A: 3 a 5 cm

Tipo B: 3 a 2 cm

Tipo C: menos de 2 cm

En la preparación de la harina se utilizó el tipo A y B, descartándose 3,800 kilos del tipo C por ser pequeños y difíciles de descascarar



Figura 9: Clasificación de runtuy

Lavado

Se realizó con agua potable fría con el fin de eliminar la tierra adherida en la superficie de la cáscara, perdiéndose 700 g de tierra.



Figura 10: Lavado de runtuy

Secado corto al ambiente

Se realizó durante 7 días a la sombra sobre una bandeja, porque se comprobó que esta operación facilita el descascarado del tubérculo.



Figura 11: Secado de runtuy

Pelado

Con la finalidad de quitar la cáscara al tubérculo y obtener la pulpa que es de color blanco a crema como de muestra en la figura 12, como la cáscara es dura, esta operación se realizó manualmente utilizando cuchillo.



Figura 12: Corte transversal del tubérculo



Figura 13: Pelado de runtuy

Troceado e inmersión en solución 0,1% de ácido cítrico

Una vez pelado el tubérculo se pica en hojuelas delgadas, haciendo uso de un cuchillo y una tabla, luego las hojuelas se sometió a una inmersión en solución 0,1 % de ácido cítrico por un minuto, con el fin de evitar la oxidación superficial de la pulpa.



Figura 14: Obtención de hojuelas

Secado al aire

El secado de las hojuelas se realizó bajo sombra por 15 días, con el fin de bajar el contenido de agua hasta un 8,20%.



Figura 15: Secado de hojuelas

Molienda

Se realizó utilizando un molino casero, el rendimiento de harina obtenida es de un 24,6%. Cabe mencionar que el análisis de nutrientes se realizó con esta harina.



Figura 15: Molienda de hojuelas secas

Tamizado

Esta operación se realiza para obtener los productos: sémola y harina de runtuy.

En un primer momento se realizó el análisis granulométrico de la harina, para esta operación se partió de 500 g de harina preparada, utilizando un juego de tamices: N° 20, 30, 40, 70, 80, 170 y base, propios para harinas, se sometió a vibración por un tiempo de 10 minutos en el equipo vibrador con los tamices respectivos, (marca Ele International – Ende Cotts ltd), los resultados obtenidos se muestra en la tabla 19.

Tabla 19: Resultados del análisis granulométrico y procesamiento.

N° de tamiz	Diámetro medio (µm)	Cantidad (g)	Fracción de peso	Factor de módulo de finura (FF)	Material retenido MR (%)	FF x %
20	850	2,0	0,0040	7	0,40	2,80
30	600	58,1	0,1162	6	11,62	69,72
40	425	122,0	0,2440	5	24,40	122,00
70	212	148	0,2960	4	29,60	118,40

80	180	72	0,1440	3	14,40	43,20
170	90	71,9	0,1438	2	14,38	28,76
Base	-	26	0,0530	1	5,20	5,20
TOTAL		500	1,00	-	100	390,08

Fuente: propia

Con estos resultados y haciendo uso de la United States Bureau Estándar se determinó el grado de finura de la harina de runtuy.

Primero se determinó el módulo de finura (MF), mediante la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{\sum FF \times \%}{\sum MR}$$

$$MF = \frac{390,08}{100}$$

$$MF = 3,9$$

Con el valor del módulo de finura (MF) y teniendo en cuenta la tabla 11 se determinó el grado de finura (GF), resultando que la harina de runtuy es de grado de finura **medio**.

En este trabajo se consideró como sémola a los gránulos retenidos en los tamices números 20, 30 y 40; mientras que los gránulos retenidos en los tamices 70, 80, 170 y base, se les consideró como harina, conforme lo establecido en la tabla 13.

En la tabla 20 se muestran los resultados de los productos obtenidos.

Tabla 20: Porcentaje de productos obtenidos

Producto	(%) de Producto
Sémola	36,4
Harina	63,6



Figura 17: Tamizado de la harina bruta

5.2. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO FINAL

En las tablas 21, 22, 23, 24 y 25 se presentan: la composición nutritiva, propiedades físicas, energía calórica, valor biológico y toxicidad respectivamente de la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth.

**Tabla 21: Composición nutritiva de la harina de runtuy
(*Dioscorea amcaschensis* Knuth)**

Parámetros	Resultados (x/100g)
Proteína total (N x 6,25) (g)	5,930
Grasa (g)	1,090
Carbohidrato (g)	80,600
Almidón (g)	66,100
Humedad (g)	8,340
Ceniza (g)	4,040
Fibra cruda(insoluble) (g)	2,780
Fibra dietética total (g)	14,150
Fibra soluble (g)	11,370
Calcio (mg)	900,220
Potasio (mg)	355,930
Fósforo (mg)	127,280
Magnesio (mg)	105,540
Sodio (mg)	17,917
Zinc (mg)	11,371
Hierro (mg)	3,565
Cobre (mg)	0,567

Fuente: propia

Tabla 22: Propiedades físicas de la harina de runtuy (*Dioscorea amcaschensis* Knuth)

Parámetro	Resultado
pH	6,00
Acidéz (g H ₂ SO ₄ /100g)	0,28

Fuente: propia

Tabla 23: Energía calórica generada por la harina de runtuy (*Dioscorea amcaschensis* Knuth)

Fuente de energía	Resultado (Kcal/100g)
Energía de las proteínas	23,72
Energía de las grasas	9,81
Energía de los carbohidratos	322,40
Energía calórica total	355,93

Fuente: propia

Tabla 24: Resultado del valor biológico de la harina de runtuy (*Dioscorea amcaschensis* Knuth)

Parámetro	Muestra 1	Muestra 2
	Casec: 100%	Casec 70% + harina 30%
Nitrógeno consumido (g): NI	1,02	0,80
Nitrógeno excretado en heces (g): NF	0,09	0,13
Nitrógeno excretado en orina (g): UN	0,21	0,23
Valor biológico: VB	77,42	65,67
Valor biológico de la muestra: VB*		26,500

Fuente: propia (Anexo)

Número de animales = 8 ratas

Tabla 25: Toxicidad oral aguda (DL₅₀) en ratas de la harina de runtuy (*Dioscorea amcaschensis* knuth).

Dosis (mg/Kg pc)	Nº ratas	Muerte animal	Sintomatología (toxicidad)	Patología
---------------------	-------------	---------------	--------------------------------	-----------

		1° Sem	2° Sem	TOTAL		
0,00*	5	0	0	0	No hay signo	No
500	10	0	0	0	No hay signo	No
1000	10	0	0	0	No hay signo	No
2000	10	0	0	0	No hay signo	No

Fuente: propia (Anexo) *Control
DL₅₀ = Dosis letal media

Tabla 26: Resultado del tipo de harina del runtuy

Requisitos (%)	Harina de runtuy (%)	Integral	
		Min	Max
Humedad	15,0	-	15,0
Cenizas	4,04	-	-
Acidéz	0,28	-	0,22

Fuente: propia

Para la harina integral no se considera el (%) de cenizas, según la NTP 205.027, pero una harina integral tiene un (%) de cenizas mayor que la harina especial, extra, popular y semi integral, como es el caso de la harina de runtuy que tiene un 4,04 % de cenizas.

Según la tabla 17, para determinar la acidéz, la harina de runtuy se llevó a un 15% de humedad.

De acuerdo a la tabla 17 y 26, la harina de runtuy (*Dioscorea amcaschensis* Knuth) es una harina INTEGRAL.

VI. DISCUSIÓN

El valor encontrado de 3,9 para el módulo de finura, corresponde a una harina con grado de finura medio, según la norma de INDECOPI, lo cual indica que la harina obtenida es de partículas medianas. Por otro lado, según la norma de INDECOPI (205,027) se puede afirmar que la harina de la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es una harina integral por tener una Acidéz de 0,28 (g H₂SO₄/100 g) y 4,040 % de cenizas.

En harina, el rendimiento (24,6124 %), grasa (1,09 %), proteína (5,930%), fibra (2,78), carbohidratos (80,60) y ceniza (4,04) encontrado para la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) son semejantes al de mapuey morado y blanco (*Dioscorea trifida*) y ñame (*Dioscorea. Alata*), encontrados por (Montaldo 1975) y (Collazos et al 1975) respectivamente.

La composición química de la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es superior en proteína, grasa, carbohidrato y ceniza respecto a la yuca (Fernández et al 2008) y patata (CIP 2008), mientras que la maca es superior en cenizas y proteínas (Canales et al 2000).

(Guío 2008) menciona que la proteína está en función a la cantidad de aminoácidos esenciales, estableciéndose así la calidad de los distintos tipos de proteína. Aquellas que contienen cantidades suficientes de cada uno de los aminoácidos esenciales son proteínas de alto valor biológico (Proteínas de origen animal) sin embargo las de origen vegetal son deficitarias en uno o más de los aminoácidos, por este motivo el valor biológico (26%), encontrado para el tubérculo estudiado runtuy es bajo lo que indica que es una proteína incompleta, deficitaria en algún aminoácidos esencial.

La fibra soluble incluye pectinas, gomas, mucílagos y ciertos tipos de hemicelulosa solubles y polisacáridos de reserva de la planta y se caracteriza por que gran parte de ella sufre un proceso bacteriano de fermentación en el colon con la producción de hidrógeno, metano, dióxido de carbono y ácidos

grasos de cadena corta que son absorbidos y metabolizados. Los efectos fisiológicos de ésta fracción de fibra se asocian generalmente con la disminución del colesterol en sangre y con el control de la glucosa, por lo que el valor encontrado de 11,37 % en la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) lo convierte en una excelente fuente de fibra soluble para el consumo humano, resultando superior al valor de 3,11% encontrado en la avena por (Repo-Carrasco 2005), cereal hasta hoy considerado, alimento con una buena fuente de fibra soluble.

Los minerales son imprescindibles y necesarios para el buen funcionamiento del organismo, por mencionar algunas de sus funciones, el calcio y el fósforo son elementos esenciales para constituir huesos y dientes (Armijo 2000) y (Gómez Villalva 2005) ; el potasio es requerido por el organismo para mantener el tono muscular y la actividad del sistema nervioso (Armijo 2000) y el magnesio está ligado a acciones enzimáticas por que activa más de 300 enzimas, incluyendo algunas de las participantes de la síntesis de ácidos grasos y en la de proteínas (Gómez Villalva 2005). La *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) muestra varios elementos importantes y necesarios para el organismo humano como calcio (900,220 mg/100 g), fósforo (127,280 mg/100 g), potasio (355,930 mg/100g), magnesio (105,540 mg/100 g), por lo que se puede afirmar que es una buena fuente de éstos minerales.

El contenido de calcio (900,22 mg/100 g) y magnesio (105,54 mg/100 g) en la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es 2 veces más alto que en la maca (Canales et al 2000), mientras que el fósforo y potasio es inferior.

Según la información teórica el ser humano necesita de 800 a 1500 mg al día de calcio (Armijo 2000), por lo que la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es una buena fuente de calcio. De manera general éste tubérculo presenta un contenido en minerales alto coherente con el alto contenido de cenizas (4,04 %).

En cuanto al contenido calórico total, la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) (355,90 Kcal/100 g) es similar a la harina de maca (351,2

Kcal/100 g), pero mayor que la harina de yuca, patata, oca y yacón. Por tanto, la harina de runtuy es una buena fuente de energía calórica.

La evaluación toxicológica se realizó en el laboratorio del Centro Toxicológico S.A.C. -CETOX, el cual informó que la sintomatología observada en los animales evaluados con la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) fue:

En la dosis menor (500 mg/kg) no se observaron signos de toxicidad ni cuadros patológicos.

En la dosis media (1000 mg/kg) no se observaron signos de toxicidad ni cuadros patológicos.

En la dosis mayor (2000 mg/kg) no se observaron signos de toxicidad ni cuadros patológicos.

Los resultados toxicológicos obtenidos en el estudio demuestran la inocuidad de la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) a dosis mayores de 2 000 mg/Kg de peso corporal, al no encontrarse signos clínicos que evidenciaran toxicidad ni mortalidad.

VII. CONCLUSIONES

1. La harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) tiene la siguiente composición química proximal: proteína (5,930 %), grasa (1,09 %), carbohidratos (80,60%), Almidón (66,1%), humedad (8,340%), ceniza (4,040 %), fibra cruda (2,78%) y fibra dietética total (14,150%).
2. La fibra soluble determinada en la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es 11,37%.
3. La *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es una buena fuente de minerales, existiendo en mayor proporción: calcio (900,220 mg/100 g), potasio (355,930 mg/100 g), fósforo (127,280 mg/100 g) y magnesio 105,540 mg/100 g) y en menor proporción: sodio (17,917 mg/100 g), zinc (11,371 mg/100 g), hierro (3,565 mg/100 g) y cobre (0,567 mg/100 g).
4. La energía calórica total que aporta la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es de 355,930 Kcal/100 g; donde la energía aportada por proteínas es 23,720 Kcal/100 g, energía de la grasa es 9,81 Kcal/100 g y la energía de los carbohidratos es 322,400 Kcal/100 g., resultando un alimento con alto valor calórico.
5. La harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) tiene un valor biológico igual a 26,50, que es bajo.
6. Los resultados toxicológicos obtenidos en el estudio demuestran la inocuidad de la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) a una dosis mayor de 2 000 mg/Kg de peso corporal, al no encontrarse signos clínicos que evidencian toxicidad ni mortalidad en las ratas.
7. La harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es del tipo integral, con un grado de finura medio, un rendimiento del 24,6124 % y los productos obtenidos son: sémola (36,40%) y harina (63,60%).
8. El esquema tecnológico propuesto para la obtención de la harina de *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es el siguiente: materia prima, limpieza, selección, lavado, secado corto al ambiente, pelado, troceado e inmersión en solución 0,1 % de ácido cítrico, secado al aire, molienda, tamizado y almacenamiento de la harina.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda capacitar a la población rural de la Comunidad Campesina de Catac, provincia de Recuay, Ancash, en el cultivo de este tubérculo para aprovechar las bondades nutritivas de esta planta con el fin de mejorar su dieta alimenticia, mejorar sus ingresos económicos y evitar su extinción.
2. Se recomienda realizar mezclas alimenticias con otros alimentos que tengan alto valor biológico.
3. Por ser la harina de la *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) integral y con un alto contenido de fibra soluble se recomienda elaborar productos para el consumo de personas adultas.
4. La *Dioscorea amcaschensis* Knuth (runtuy) es una buena fuente de minerales, existiendo en mayor proporción calcio, potasio, fósforo y magnesio y en menor proporción sodio, zinc, hierro y cobre, por lo que se recomienda usar esta harina en la elaboración de diferentes productos como panes, galletas, fideos, yogurt, etc. enriquecidos en cuanto a minerales.
5. Por su alto contenido calórico se recomienda que los productos obtenidos sean consumidos por los niños, deportistas y personas que realicen desgate de energía.

IX. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Alimentación sana. 2011. Nutrientes necesarios para la vida. Consultado el 08 de febrero, disponible en <http://www.alimentación-sana.com.ar/portal%20nuevo/nurdelivery/nuderlivery06.htm>.
2. Armijo, V. 2000 Compendio de hidrología médica. Editorial Científico Médica, Madrid. España.
3. Astuhuamán M 2007. Efecto de la cocción – extrusión en la fibra dietaria y en algunas propiedades funcionales de 4 variedades de quinua. Tesis. UNALM. Lima Perú.
4. Blanco T. *et al* 2008. Evaluación de la composición nutricional de la maca y canihua procedente de diversos departamentos del Perú. Facultad de Medicina Humana, Universidad de San Martín de Porres, Lima. Perú.
5. Bou R, *et. al.* 2006. Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado. Caracas Venezuela. Rev. ALAN vol. 56. N° 4.
6. Canales M. *et al.* 2000. Evaluación nutricional de *Lepidium meyenii* (Maca) en ratones albinos y su descendencia. Instituto de medicina tropical Alexander Von Humboldt y Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima . Perú. Rev. AIAN vol. 50 N° 2. Caracas.
7. Centro Internacional de la papa. 2008. Caracterización de tubérculos alto andinos. Lima. Perú.
8. Collazos C, White P, Withe H. *et al.* 1975. La composición de los alimentos peruanos. Instituto de Nutrición. Minist. de Salud. Lima. 35 p.
9. Espíritu O. 2003, Sustitución de trigo por maca (*Lepiduum meyenii*) y kiwicha (*Amarantus caudatus Linneo*) en la elaboración de pan. Tesis. FFIA-UNASAM. Huaraz. Perú.
10. FAO. 1990. Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. FAO/RLAC. Santiago. Chile.
11. Fernández, D. 2008. Cultivos andinos INTA EEA Salta. Argentina.
12. Gómez-Villalva Pelayo E. 2005. Transformación y mejora del valor nutritivo de la harina de guisante mediante la adición de enzima fitaza. Universidad de Granada, Facultad de Farmacia. Tesis doctoral. España.

13. Gonzáles Y. 2003. Caracterización morfológica y molecular de genotipos de *Dioscorea alata* y *D. trifida*. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, IDIAP y CATIE, Tesis de Magíster Scientiae. Costa Rica.
14. Guío B. 2008. Utilización de las harinas de kiwicha (*Amarantus Caudatus Linneo*) y cañihua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*) para la obtención de un yogurt prebiótico. Tesis. FIIA-UNASAM. Huaraz. Perú.
15. Indecopi-NTP 205.027 1986. Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial. Lima. Perú.
16. Kent, N. 1987. Tecnología de los cereales. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.
17. León B. *et al.* 2006. El libro rojo de las plantas endémicas del Perú. *Rev. Perú Biología*. Número especial 13 (2), 745 – 748. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Lima. Perú.
18. Medes 2011. Alimentos, clasificación y funciones. Consultado el 07 de febrero, disponible en <http://www.medes-salud.com.ar/alimentos> htm.
19. Montaldo A. 1975. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Primera edición. rev. San José Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA). 322 p. San José. Costa Rica.
20. Montaldo A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. Segunda edición rev. San José Costa Rica. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA). 408 p. San José. Casta Rica.
21. Pacheco *et. al.* 2008. Elaboración y evaluación de polvos para bebidas instantáneas a base de harina extrudida de ñame (*Dioscorea alata*).Facultad de farmacia. Universidad Central de Venezuela.
22. Puratos. 1995. Panificación. Edit. Limusa. Santiago. Chile.
23. Repo-Carrasco R. 2005. Elaboración de panes nutritivos empleando productos andinos.
24. Rincón et al. 2000. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscoreas: ñame congo (*Dioscorea bulbífera*) y mapuey (*Dioscorea trifida*). Caracas. Venezuela.
25. Rodríguez, W. 2000. Botánica, domesticación y fisiología del cultivo de ñame (*Dioscorea alata*). *Rev. Agronomía Mesoamericana* 11(2): 133-152.
26. Tapia M. 1990. Cultivos andinos sub explotados y su aporte a la alimentación. Primera edición FAO.

27. Téllez O. y otros. 2007. Sinopsis taxonómica de la sección *Apodostemon* (Dioscorea: Dioscoreacea), Rev. Mexicana de Biodiversidad 78; 265-279, Facultad de estudios Superiores Iztacala, UNAM. México.
28. Valle y Lucas 2000. Toxicología de alimentos. Instituto Nacional de Salud Pública, Centro Nacional de Salud Ambiental. UNAM. México DF, consultado el 21 de febrero del 2000 en <http://www.um.es/dp-sociosanitarias/programas/toxicoalimentaria.pdf>.
29. Waizel-Bucay J. 2000. El uso tradicional de las especies del género *Dioscore*. Escuela Nacional de Medicina y Homeopatía. Instituto Politécnico Nacional. México D.F.
30. Wilson L. 1977. Root Crops, In Alvin, P.T; Kozlowski, T.T. ed. Ecophysiology of Tropical Crops. New York, Academic Press. p. 187-236.
31. Yenque J y otros 2007. Caracterización y determinación de ecotipos de oca (*Oxalis tuberosa*) para el procesamiento de harinas en la quebrada de Ancash, distrito y provincia de Yungay, Región Ancash. Perú.
32. Zonadiet, 2011. Nutrición, consultado el 08 de febrero 2011, disponible en <http://www.zonadiet.com/nutrición>.

ANEXO 1

Resultados de los análisis de la harina de runtuy
(*Dioscorea amcaschensis* Knuth)

Curva del análisis granulométrico de la harina de runtuy

