

FACTIBILIDAD DEL USO DE LECHUGUIN DEL EMBALSE MAZAR PARA LA ELABORACION DE COMPOST

Alvarado C. Pedro 1*

*Universidad del Azuay, Maestría en Gestión Ambiental, Cuenca, Ecuador
1Corporación Eléctrica Del Ecuador CELEC EP Cuenca- Ecuador; *Correspondencia del autor
(E-mail: pedroalvaradoc1@hotmail.com). Dr. Piercosino Tripaldi Cappelletti. Director.*

ABSTRACT

Euchornia crassipes is an aquatic plant that grows at accelerated rate in water reservoirs. This is a matter of concern for the reservoir of Mazar wich is managed by CELEC EP Hidropaute. This reservoir filled up in 2010 and the last year, 40 hectares of this aquatic plant have been eliminated. Nowadays there is a constant maintenance in order to avoid operative problems caused by the proliferation of *E. crassipes*.

The Environmental Management Plan of the Hydroelectric Project Mazar is searching for proposals oriented to the utilization of the vegetable biomass for the production of organic fertilizers and biogas. The goal of the present work is to evaluate the content of the nutrients and environmental quality of the compost elaborated with *E. crassipes* from the reservoir Mazar.

The content of heavy metals and the characterization of nutrients were optimized trough an experimental design focus. The variables were: fermentation time, volume of inoculums, and the volume of manure. The results allowed us to establish relations regarding the conditions to prepare a compound fertilizer with a certain content of heavy metals and a percentage of nutrients.

The outcome showed a low level of macronutrients in the resulting compost. However, this supplement can be considered as good soil enrichment or as source of organic matter. The content of heavy metals was low. These results allowed us to conclude that the use of *E. crassipes* as a source for compost is feasible and recommendable in order to improve the biological activity of the soil. The content of nutrients can be improved with other treatments.

RESUMEN

Euchornia crassipes es una planta acuática que crece a un ritmo acelerado en los embalses de agua. Este es un motivo de preocupación en el embalse de Mazar, manejado por CELEC EP Hidropaute. Este embalse se llenó en el 2010, el último año se han eliminado 40 has de la macrófita. Hoy en día, se lleva a cabo un mantenimiento constante para evitar problemas operativos debidos a la proliferación de la *E. crassipes*.

El Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Mazar busca propuestas orientadas a la utilización de la biomasa vegetal en la producción de fertilizantes orgánicos y biogás. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el contenido de nutrientes y la calidad ambiental del compost elaborado a partir de *E. crassipes*, extraída del embalse de Mazar.

El contenido de metales pesados y la caracterización nutrientes fueron optimizados por medio de un enfoque de diseño experimental. Las variables aplicadas para este fin fueron: el tiempo de fermentación, la dosis de inóculo y la dosis de estiércol. Los resultados obtenidos nos permitieron relacionar las condiciones aplicadas para preparar un abono compuesto, con un cierto contenido en metales pesados y un porcentaje de nutrientes.

Los resultados obtenidos mostraron la el bajo nivel de macronutrientes en el compost resultante. Sin embargo, este suplemento puede ser considerado como un mejorador del suelo o fuente de materia orgánica. El contenido de metales pesados fue bajo en los productos obtenidos. Estos resultados nos permiten concluir que el uso de *E. crassipes* como fuente para compost es factible y recomendable para mejorar la actividad biológica del suelo. El contenido de nutrientes puede ser mejorado con otros tratamientos.

Palabras clave.- Embalse, *Euchornia crassipes*, compost, abono orgánico, metales pesados, nutrientes.

1. INTRODUCCIÓN

El término *eutrofización* se deriva de la raíz griega que significa “bien nutrido”. Este término describe una condición de reservorios que involucra un exceso de crecimiento vegetal. Las condiciones eutróficas de un cuerpo de agua pueden conducir a severos deterioros del ecosistema. Aunque la eutrofización es un fenómeno natural, las actividades antropogénicas pueden acelerar grandemente el proceso (Manahan, 2010)

La proliferación de macrófitas constituye un serio problema para los embalses en donde las condiciones climáticas y de calidad de agua así lo permiten. Este es el caso de los embalses Amaluzá y Mazar del proyecto Paute. Esta situación podría agravarse si es que no se toman medidas necesarias.

Entre los principales problemas de los embalses mencionados está la tasa anual de sedimentos ingresados. Parte importante de este problema son los sedimentos generados por la materia orgánica procedente de la capa de macrófitas que cubre aproximadamente el 100 has del embalse Amaluzá, y que en el año 2011 ocupó aproximadamente 40 has del embalse Mazar. (Unidad de Gestión Ambiental CELEC EP Hidropaute). En el embalse Amaluzá este problema obstruye el libre tránsito de la draga en el embalse haciendo más difícil la evacuación de sedimentos. Por otro lado, investigaciones realizadas en otros países han demostrado que las pérdidas de agua por evapotranspiración a través de una cubierta de macrófitas siempre son mayores que a partir de una superficie de agua descubierta. Una extensa cobertura de macrófitas provoca una evapotranspiración superior a la que normalmente ocurre en superficies de agua libre pero varían grandemente debido a la temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y las características de infestación del Jacinto de agua. (Labrada *et al.*, 1996). Sin embargo, las pérdidas por evapotranspiración varían grandemente debido a la temperatura, la humedad relativa, la velocidad del viento y las características de la infestación.

Además de todo lo mencionado existe otro problema que se daría en el caso del retiro o cosecha de las macrófitas en los embalses y es el tema de espacios para almacenar y procesar la gran cantidad de biomasa existente. (Foto 1 anexos)

El embalse Mazar se encontraba cubierto en el sector de Sacre, Cantón Guachapala por una tupida alfombra de “Lechuguín”, situación que a más de ser un paisaje exótico fuera de lo común, involucra serios problemas de desplazamiento de embarcaciones tradicionales y falta de oxigenación en toda la superficie del agua. A pesar de no ser el causante directo de malos olores, el crecimiento excesivo de capa vegetal origina que cantidad de basura se acumule en la cola del embalse generando mal aspecto, malos olores y proliferación de mosquitos.

2. METODOLOGIA

2.1 Descripción del Proyecto Hidroeléctrico Mazar

2.1.1.- Ubicación del embalse Mazar

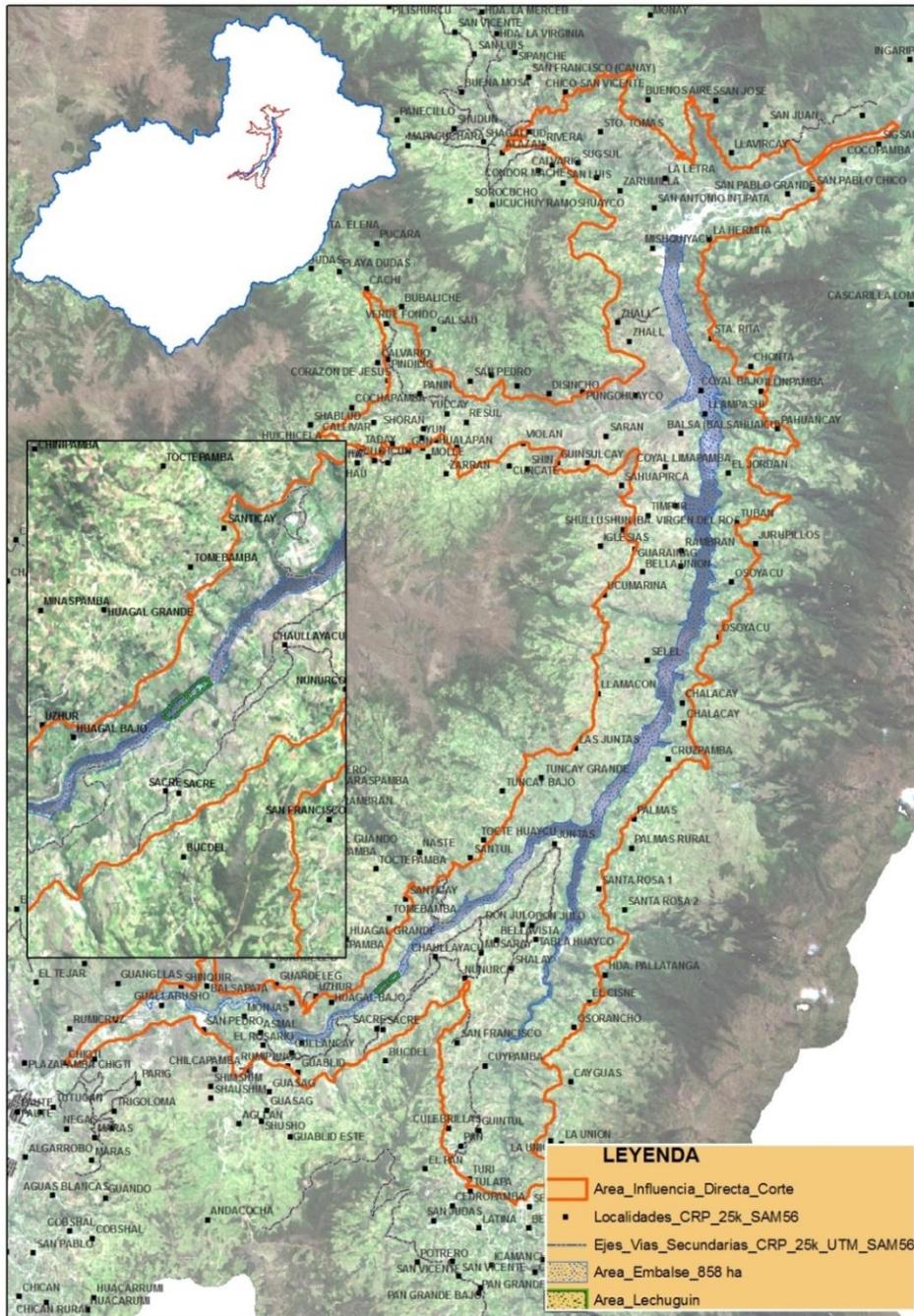


Fig. 1 Mapa del área de proliferación de vegetación acuática en el embalse Mazar.

El Proyecto Hidroeléctrico Mazar está ubicado al Sur – Este del Ecuador en el límite entre las provincias de Azuay y Cañar. El sitio de las obras se encuentra aproximadamente en el Km 105 de la carretera Cuenca – Paute – Guarumales.

El Proyecto Mazar constituye la segunda etapa del desarrollo del potencial hidro energético del tramo medio del río Paute en el sector de la Cola de San Pablo. La primera etapa se cumplió con la construcción de las fases A, B y C del proyecto Paute – Molino que se encuentra en operación desde 1983, con 1075MW de capacidad instalada en la central Molino.

Las obras del Proyecto Mazar se ubican inmediatamente aguas arriba del embalse Amaluza y tiene una capacidad instalada de 160MW. Su embalse de $410 \times 10^6 \text{ m}^3$ de volumen permite una mayor regulación del caudal del río Paute, incrementa la energía firme de la central Molino lo cual facilita una mayor producción de energía con la misma capacidad instalada y retendrá los sedimentos que arrastra el río Paute.

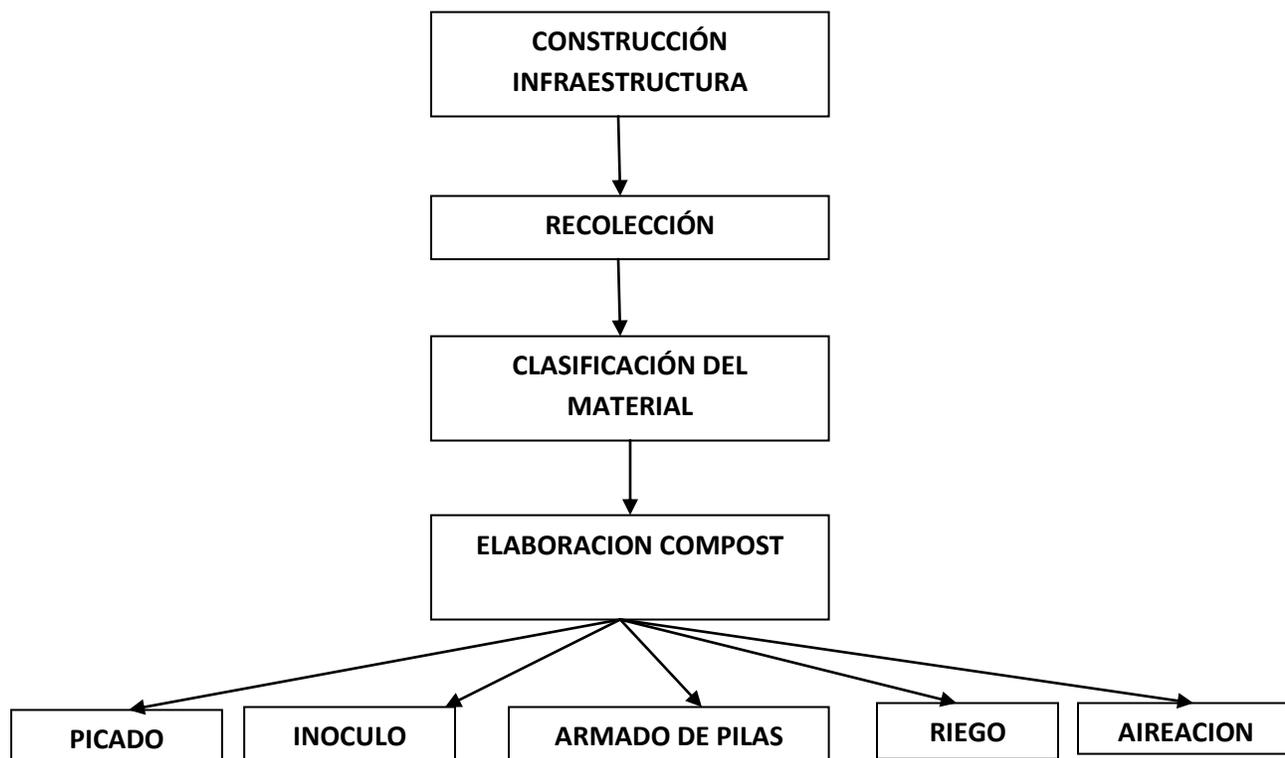
2.1.2 Datos Técnicos característicos del Proyecto Mazar

CARACTERÍSTICA	DATOS
HIDROLOGÍA	Área de la cuenca 4 338 km ² Caudal medio mensual 83,48 m ³ /s Caudal firme (90%) 35,0 m ³ /s Caudal firme (95%) 28,2 m ³ /s Creciente de 50 años 1 500 m ³ /s Creciente máxima probable 7 500 m ³ /s
EMBALSE	Nivel máximo normal 2 153 msnm Nivel máximo correspondiente a la CMP 2 165,50 msnm Nivel mínimo de operación de la central 2 098 msnm Volumen total 410 Hm ³ Volumen útil (2 153 - 2 098 msnm) inicial 309 Hm ³ Longitud aproximada 31 km

Fuente.- CELEC EP Hidropaute.

2.2 Proceso de elaboración de compost a partir de lechuguin.

El proceso de compostaje de lechuguin se desarrolló de acuerdo al siguiente esquema:



Esquema 1.- Detalles del proceso de elaboración de compost

2.2.1.- Construcción de infraestructura.- La presente investigación se realizó bajo cubierta en la comunidad de Don Julo, para tener condiciones controladas de humedad. Se utilizó plástico de invernadero #6. Se construyeron camas de madera para los diferentes tratamientos. Las dimensiones de cada cama fueron de 1 metro de ancho por tres de largo. El material orgánico picado alcanzaba el metro de altura.

2.2.1.1.- Materiales Utilizados

Biológicos	Físicos
Lechuguin	Flexometro
Abono de pollo	Carretillas
Melaza	Azadones
Microorganismos	Palas
descomponedores de materia orgánica EM	Rastrillos
Madera	Estacas
	Piola
	Fundas
	Letrero
	Cámara fotográfica
	Termómetro
	Plástico de invernadero
	Manguera
	Fundas

	Libro de Campo Termómetro Plástico Invernadero. Picadora
--	---

2.2.2 Recolección: El proceso de recolección de lechuguin se realizó en el sector de Sacre Cantón Guachapala. En el año 2011 se extrajo aproximadamente del embalse Mazar 40 hectáreas de lechuguin. La extracción se realizó con la ayuda de botes, maquinaria (retroexcavadora) y volquetas para el transporte. (Foto 2, Anexos). Fuente: Unidad de Gestión Ambiental. CELEC EP Hidropaute.

2.2.3 Clasificación de material: Uno de los principales factores que dificultan la recolección y transporte de lechuguin fue la clasificación de material. Se debe recalcar que al estar el lechuguin en la “cola” del embalse es arrastrado gran cantidad de basura orgánica e inorgánica flotante, como es el caso de troncos, ramas, plásticos, e incluso animales muertos. Los materiales orgánicos de origen vegetal podrían ser fácilmente aprovechables para la elaboración del compost sin embargo la presente investigación era enfocado en la utilización de macrófitas acuáticas en este caso el lechuguin “euchornia crassipes” que es objeto de la presente investigación. El transporte se realizó en volquetas desde el sitio de acceso al embalse en el sector de Sacre hasta la comunidad de Don Julo en el cantón Guachapala provincia del Azuay.

2.2.4 Elaboración de compost:

Técnica de compostaje.- Siguiendo las recomendaciones de Suquilanda (1996), para la elaboración de compost, se utilizaron los siguientes materiales:

- a) Fuente de materia carbonada (lechuguin)
- b) Fuente de materia Nitrogenada (Se aplicó Ecoabonaza)

Se realizaron las siguientes actividades para obtener el compost:

2.2.4.1PICADO.- Se trozaron las plantas de lechuguin para aumentar la superficie específica y, por consecuencia, la capacidad de retener aire y agua para facilitar el proceso de biodegradación realizado por los microorganismos.

2.2.4.2 ELABORACION Y ACTIVACION DEL INOCULO.- El inoculo de microorganismos utilizado en la investigación proviene de la Marca Comercial EM 1. La preparación de la solución para la activación es de 18 a 1, es decir 18 litros de agua por un litro de EM. Se dejó fermentar por

siete días antes de su aplicación. Cada cama de compost tenía un volumen aproximado de 3 m³. Para la preparación del inóculo se utilizó melaza como fuente de energía.

Según las recomendaciones del fabricante este producto podría ser utilizado para la bioremediación de suelos o materia orgánica contaminados por metales pesados, agroquímicos, entre otros. (www.em-la.com/medio_ambiente.php?idioma=1)

2.2.4.3 ARMADO DE CAMAS O PILAS.- Una vez picado el material se realizó la construcción de las camas o pilas de compost. Cada cama tuvo una longitud de 3 metros de largo por 1m de ancho y 1m de altura (3m³). Para controlar condiciones ambientales de lluvia extremas estas camas estuvieron ubicadas bajo un invernadero plástico. Dependiendo el tratamiento se aplicaron dos diferentes dosis abono de pollo e inóculos de microorganismos que descomponen la Materia Orgánica.

En cada cama dependiendo el tratamiento se colocó abono de pollo (ECOABONAZA) a dos diferentes dosis, para equilibrar la relación Carbono/Nitrógeno. Se utilizaron 25 kg como dosis alta y 12,5 kg como dosis baja, en 3 m³ de material picado. De igual manera se aplicaron dos dosis del inóculo elaborado: Se aplicaron 54 litros por cama en los tratamientos que le correspondían una dosis alta y 27 litros por cama en los tratamientos que le correspondía la dosis baja.

2.2.4.4 RIEGO.- El riego se realizó periódicamente tratando de mantener una humedad entre 40 y 60 %

2.2.4.5 AIREACION DE LAS PILAS.- Se realizó volteos manuales con palas una vez por semana durante el primer mes, 2 veces al mes durante el segundo y tercer mes y un volteo al cuarto mes dependiendo el tratamiento.

2.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se aplicó un diseño factorial completo 2³ con tres repeticiones para cada experimento, con el fin de establecer la influencia de las variables en el contenido de metales pesados y nutrientes del compost obtenido. Se analizó un total de 24 unidades experimentales. En un diseño factorial las influencias de todas las variables experimentales, factores y efectos de interacción son investigadas. Los niveles mínimo y máximo asignados a cada variable permiten definir un dominio experimental razonable para la investigación (Lundsted, 1998)

Las variables investigadas y los niveles máximo y mínimo aplicados en el diseño del experimento se presentan a continuación.

VARIABLES	NIVELES	
	Máximo	Mínimo
Tiempo de fermentación	135 días	60 días
Adición abono	25 kg/cama	12,5 kg/cama
Inóculo Microorganismos	54 litros/cama	27 litros/cama

Cuadro 1. Variables y niveles de medición.

La aplicación del diseño experimental 2^3 permitió el desarrollo de 8 tratamientos, con las condiciones que se describen a continuación

Tratamiento	Adición abono	Tiempo	Inoculo microorganismos
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1

Cuadro 2. Tratamientos aplicados al desarrollo de compost de lechuguin.

Un total de ocho experimentos correspondientes a 2 niveles de la aplicación de abono, 2 niveles de tiempo de compostaje y 2 niveles del inoculo de microorganismos fue aplicado para elaboración del compost. Estos experimentos se realizan en los extremos del dominio experimental. Las columnas no están correlacionadas sino que son ortogonales, a niveles mínimos y máximos. El modelo permite estimar un efecto independientemente de los otros. Para el cálculo de los efectos se utiliza el promedio de la varianza de los tres valores aplicado para el cálculo de la varianza total cuya raíz cuadrada representa el error experimental.

2.4 Caracterización Química del Compost obtenido a partir de *E. crassipes*.

Se extrajeron muestras representativas de cada unidad experimental, las cuales fueron caracterizadas en diferentes parámetros químicos. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio

de Análisis Ambientales de la Universidad del Azuay. Se monitorearon parámetros generales como Humedad, materia orgánica y nitrógeno total. Además se cuantificó el contenido de metales: Aluminio, Calcio, Cobre, Cromo Total, Hierro, Magnesio, Manganeso, Mercurio, Níquel, Plomo, Potasio, Sodio y Zinc

El análisis de los cationes fue realizado según metodología descrita en Standard Methods (AOAC), utilizando el método de absorción Atómica. Para la determinación de materia orgánica, capacidad de intercambio cationico y nitrógeno total se utilizaron técnicas descritas en Recommended Soil Testing procedures for the Northeastern United States.

3. RESULTADOS

3.1 Análisis de parámetros de acuerdo al Diseño Experimental 2³

Los diferentes parámetros evaluados en la presente investigación fueron analizados mediante la aplicación de herramientas estadísticas asociadas a diseño experimental. Las repeticiones realizadas permitieron obtener desviación estándar y el parámetro U, el cual permite establecer si existen diferencias significativas entre tratamientos. A continuación se presentan los resultados obtenidos en este trabajo.

Experimento	Parámetros generales y nutrientes evaluados en compost elaborado mediante diseño experimental 2 ³ *					
	pH	Humedad	Ceniza	MO	Fósforo	N ₂
1	7,78	62,40	68,03	31,96	136,10	4199,97
2	7,85	62,55	73,14	26,86	76,73	3803,97
3	6,44	48,90	76,58	23,41	1544,83	3550,22
4	6,27	46,08	75,98	24,01	1363,55	6065,23
5	7,82	60,29	75,96	24,04	79,66	3989,26
6	7,95	59,48	78,84	21,15	54,12	4700,51
7	6,29	48,32	68,42	31,57	2314,26	3280,38
8	6,30	46,39	68,43	31,56	3146,35	11813,71

* Promedio de tres repeticiones

El análisis de los parámetros obtenidos permitió desarrollar los siguientes modelos matemáticos, en función de las variables estudiadas.

Parámetro	Modelo	95%	90%
pH	$7.09 + 0.0045 X - 0.764 Y + 0.0029 Z - 0.044XY + 0.031XZ - 0.033 YZ + 0.015 XYZ$	0,68	0,58
Humedad	$54,30-0,67542X-6,87958Y-0,68208Z-0,51208XY-0,00625XZ+0,6145YZ+ 0,232XYZ$	7,23	6,24
Ceniza	$73,17+0,925X-0,81833Y-0,25917Z-1,0725XY-0,2016XZ-3,6675YZ+0,3533XYZ$	5,47	4,72
MO	$26,82-0,925X+0,8183Y+0,2591Z+1,0725XY+0,2066XZ+3,6675YZ-0,3533XYZ$	5,48	4,73
Fósforo	$1089,45+70,7375X+1002,798Y+309,1475Z+91,965XY+130,9XZ+328,91YZ+122,44XYZ$	985,31	850,03
N2	$5175,40+1420,44X+1001,97Y+770,55Z+1341,63XY+890,69XZ+599,10YZ+613,88XYZ$	3114,8	2687,1
Amonio	$50,397-2,65X-21,10Y+0,14Z+3,001XY+1,996XZ+1,375YZ-4,80XYZ$	22,77	19,64

X: abono, Y: tiempo, Z: inoculo

Experimento	Metales evaluados en compost elaborado mediante diseño experimental 2 ^{3*}						
	Potasio	Calcio	Cobre	Hierro	Magnesio	Sodio	Zinc
1	7734,15667	4503,75667	5,3	2315,75667	1443,38	405,716667	33,44
2	6153,53667	5015,96667	6,01666667	2990,07333	1287,50667	206,736667	42,29
3	4414,72	4202,19667	5,01	2824,83667	1188,81	250,846667	22,92667
4	4797,85667	4393,15667	7,16	2398,52	1153,92667	268,956667	42,40333
5	6819,44333	4730,73	5,86333333	2990,84333	1204,16667	295,353333	33,53
6	5601,50667	4854,39333	2,63666667	3166,35333	1242,83667	158,113333	23,99333
7	5196,21333	3646,54333	9,28	2501,12	1156,43667	301,653333	37,77667
8	4597,33667	3803,36	4,61	1990,51667	1115,05667	262,88	40,38667

*Promedio de las tres repeticiones

Parámetro	Modelo	95%	90%
Potasio	5664,34- 376,787 X – 912,81 Y -110,721Z +322,85XY -77,41XZ +255,96 YZ -168,08 XYZ	1091,34	941,50
Calcio	4393,76 + 122,95 X – 382,44 Y – 135,06 Z – 36,01XY - 52,83XZ – 151,35YZ + 44,3 XYZ	533,33	460,11
Cobre	5,73 -0,6287 X +0,78 Y -0,137 Z – 0,0012XY – 1,345XZ +0,567 YZ – 0,3595 XYZ	2,31	1,99
Hierro	2647,25 –10,886 X – 218,50 Y +14,955 Z – 223,34XY – 72,88XZ – 197,88 YZ +51,81 XYZ	746,77	644,24
Magnesio	1224,01 -24,18 X – 70,45 Y – 44,39 Z +5,11XY + 23,50XZ + 26,58 YZ – 25,13 XYZ	116,48	100,48
Sodio	268,78 – 44,61 X +2,30 Y – 14,28 Z + 39,44XY + 0.60XZ + 25.46 YZ -14,8279 XYZ	76,82	66,30
Zinc	34,59+ 2,67 X +1,28 Y -0,67Z +2,846XY -4,40667XZ +3,88 YZ + 0,19 XYZ	9,95	8,58

No hubo diferencias significativas de los tratamientos en el contenido de metales (K, Ca, Cu, Fe, Mg, Na, Zn): las variables adición de pollinaza y microorganismos no influyeron en los resultados al igual que la variable tiempo

4. DISCUSIÓN

pH

No hubo diferencias significativas por la aplicación de diferentes dosis de pollinaza e inóculo de EM (microorganismos benéficos) sin embargo en la variable tiempo existe diferencias significativas en que los tratamientos 3, 4, 7 y 8 (compost de 135 días) presentan valores de pH más ácidos que en los tratamientos de compostaje de 60 días. Se concuerda con otros autores (Iñiguez G et al), en que menciona que los valores de pH durante el proceso de descomposición cumplen una fase de acidificación con el tiempo de compostación hasta llegar a una neutralización.

Humedad

Hubo diferencias significativas en la variable tiempo en el contenido de humedad del compost, el compost sometido a 18 semanas presentaron menor porcentaje de humedad por tener mayor tiempo de secado. Se coincide con datos publicados por otros autores (Wu *et al.*, 2000), en que al inicio del proceso presentan valores de humedad más altos y que el compost va perdiendo paulatinamente humedad con el tiempo.

Materia Orgánica

Defrieri, R. L. et al 2005 y Carrielo M. et al 2005 en estudios realizados en compost, la materia orgánica disminuyó considerablemente en el tiempo de compostaje, en la presente investigación no hubo diferencias en el contenido de Materia Orgánica y no varió significativamente en el tiempo de 60 días y 135 días. Tampoco hubo significancia con las otras dos variables.

Cenizas

No hubo diferencias significativas en ninguno de los tratamientos

Nitrógeno

No hubo diferencias significativas en el contenido de Nitrógeno con ninguna de las tres variables.

Amonio

Hubo diferencias significativas en cuanto al contenido de amonio. El compost producido en sesenta días presentaba niveles de amonio más altos que el compost elaborado en 135 días, lo que prueba claramente la pérdida de amonio en el tiempo de compostaje, por lo que se concuerda con Zubillaga, M 2004; que concluye que las pérdidas de amoníaco durante el proceso de compostaje, se relacionan con los días de compostaje.

Fosforo

Hubo diferencias significativas en el contenido de fosforo. Los niveles de fosforo fueron mayores en el compost obtenido en 135 días. Al ser el fosforo un nutriente con poca movilidad, no hubo pérdidas por lixiviación, y se obtuvo una mayor concentración de este elemento con la pérdida de humedad.

Metales

Al igual que en estudios realizados por Ingelmo F 2006, no hubo disminución o cambios significativos en el contenido de metales (cadmio, plomo, cobre y zinc) en el proceso de compostaje. En la presente investigación tampoco hubo diferencias significativas de los tratamientos en el contenido de metales (K*, Ca, Cu, Fe, Mg, Na, Zn): las variables adición de pollinaza y microorganismos no influyeron en los resultados al igual que la variable tiempo. No se detectaron en los análisis la presencia de Metales como Níquel, Plomo, Cadmio y Mercurio.

*A pesar de no haber habido diferencias significativas en los niveles de potasio, se puede observar en los resultados obtenidos, que los niveles de Potasio disminuye a través del tiempo de compostaje.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo de la investigación permite establecer las siguientes conclusiones:

La biomasa generada por el crecimiento de *E. crassipes* en las condiciones actuales en el embalse Mazar es una fuente adecuada para el desarrollo de compost, útil en el acondicionamiento de suelos agrícolas.

Si bien es cierto los niveles de nutrientes encontrados en el compost no son altos comparados con el resto de abonos orgánicos comerciales, sin embargo se recomienda utilizarlo como mejorador de suelo al realizar un importante aporte de materia orgánica y de microorganismos.

Las dosis aplicadas de pollinaza no alteraron el contenido de nutrientes y metales del compost.

Las aplicaciones del EM (microorganismos benéficos) no alteraron la calidad de nutrientes del compost ni tampoco se observaron principios de bioremediación a las dosis aplicadas, como menciona su ficha comercial. Se recomienda realizar investigaciones con la inoculación de microorganismos de diferentes géneros, tanto de casas comerciales, cepas locales de la zona o como de microorganismos presentes en otros abonos orgánicos.

La única variable que presentó cambios en los contenidos de nutrientes y metales fue la variable tiempo.

6. RECOMENDACIONES

Una vez realizados los análisis y haber verificado que no fueron detectados niveles de metales pesados se recomienda el compostaje como alternativa a la disposición final de los lechuguines extraídos del embalse Mazar. Sin embargo se deben realizar periódicamente análisis del contenido de metales tanto en las macrófitas como en el agua del embalse.

Se recomienda realizar nuevas investigaciones en compost con nuevas dosis de abono o diferentes relaciones C/N.

No se encontraron contenidos altos de metales pesados, sin embargo se recomienda a las empresas hidroeléctricas realizar análisis periódicos de calidad de agua y del lechuguin de los embalses para sus posibles aplicaciones y usos.

Realizar investigaciones sobre los microorganismos presentes en el lechuguin, para verificar su calidad y contenido microbiológico.

Se recomienda para realizar sistemas compostaje una preclasificación del lechuguin al tener este contenido indeseado (basura plástica, basura orgánica, materiales corto punzantes como vidrios latas) como consecuencia de la contaminación del río Paute y su acumulación en ciertas zonas del embalse Mazar.

Tomar las medidas de seguridad adecuadas para la manipulación del lechuguin y el proceso de compostaje. Se recomienda utilizar guantes, mascarillas, botas en los trabajos a realizarse en el compost y verificar medidas de higiene adecuadas después de manipular el compost.

7.- AGRADECIMIENTOS

Este trabajo forma parte de la ejecución del plan de manejo Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico Mazar, que es ejecutado por la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP Unidad de Negocio Hidropaute. El apoyo técnico y logístico fue brindado por el área de Gestión Ambiental de la Unidad de Negocio Hidropaute, en especial por los ingenieros P. Guzmán y D. Vázquez. P. Tripaldi, G. Chacón y E. Cazar hicieron importantes observaciones respecto al documento final.

8.- REFERENCIAS UTILIZADAS

Manahan, S. (2010). Environmental Chemistry. Novena Edición. CRC Press. Taylor and Francis Group; pp. 167

Lundstedt, T., Seifert, E., Abramo, L., Bernt, T., Nystrom. A., Pettersen, J., Bergman, R. (1998). Experimental Design and Optimization. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, **42**, 3 – 40

Cariello M, Castañeda L, Riobo I; González J.(2007) Inoculante de microorganismos endógenos para acelerar el proceso compostaje de residuos sólidos urbanos. R.C.Suelo Nutr. Veg. 7 2007 (26-37)

Iñiguez G, Acosta N, Martinez, Parra J y Gonzalez O.(2004) Utilización de subproductos de la industria tequilera parte 7. Compostaje de bagazo de Agave y vinazas tequileras. Universidad de Guadalajara. pp. 9,10.

Jorge A. Ullé y María Luisa Galetto. (2009) Horticultura Orgánica EEA INTA SAN PEDRO. Evaluación del proceso de maduración de estiércoles y residuos vegetales y su posterior utilización como enmienda orgánica en el cultivo de zucchini orgánico. INFORME TECNICO 2009 DEL CENTRO REGIONAL BUENOS AIRES NORTE. Pp.4-5

Zubillaga, Marta Susana; Civeira, Gabriela; Rimski-Korsakov, Helena; Lavado, Raúl S. (2004). Pérdidas de amoníaco durante el compostaje de biosólidos y su posible impacto ambiental. Buenos Aires; AIDIS Argentina.

Ingelmo, F., Molina, M^a. J., Soriano, M^a. D., Gallardo, A., Lapeña, L. EFECTO DEL TIEMPO DE COMPOSTAJE EN LA BIODISPONIBILIDAD DE METALES PESADOS EN UN COMPOST ELABORADO CON LODOS DE DEPURADORA Y VIRUTAS DE MADERA. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos Castellón, 23-24 de julio de 2008.

Alvarado, A. (2007). Impacto Ambiental producido por la acumulación de la vegetación acuática extraída del embalse Amaluza. Pp 1-5. Informe Técnico.

Acotecnic. Estudio de Impacto Ambiental Definitivo Proyecto Hidroeléctrico Mazar. Año: 2006. P 1, 27.

Manual de Compostaje Para Municipios. Eva Röben. DED/ Ilustre Municipalidad de Loja. Loja, Ecuador. 2002. P. 11-28

PIZANO DE MARQUEZ MARTA. Floricultura y Medio Ambiente. Bogotá-Colombia. 1era Edición. Año.1997. P. 155-166.

SUQUILANDA V. Manuel. Agricultura Orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Quito-Ecuador. Año 1995. P. 190-200.

Estándar Methods for the examination of water and wastewater. 20th Edition. 1998. Prepared and Published Jointly by: American Public Health Association, American Water Works Assotion.

Recommended Soil Testing procedures for the Northeastern Unidat States. 2nd Edition. Northeasten Regional Publication No 493. Agricultural Experiment Stations of Connecticut, Dalaware, Maine, Maryland, Massachusetts, New Hampshire, New Jersey, New York, Pennsylvania, Rhode Island, Vermont and West Virginia. Revised. December 15, 1995.

ALVAREZ DE LA FUENTE JOSE. Manual de compostaje para agricultura Ecológica.

CABRERA Marcelo y otros. Proyecto Industrialización del Lirio Acuático para producción de base de Compost Orgánico, Escuela Superior Politécnica del litoral. 2002.

CANTANHEDE Alvaro, MONGE Gladys. CONFERENCIA INTERNACIONAL SOBRE TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LOS RESIDUOS Y EL AMBIENTE. ORBIT 99. Proyecto de Investigación compostificación de residuos de mercado en Lima, Perú. Septiembre 1999.

ANEXO FOTOGRAFICO.



Foto 1.- Invasión de lechuguin en el embalse Mazar.



Foto 2.- Recolección de lechuguin con maquinaria.



Foto 3.- Traslado de Lechuguin al sector de Don Julio.



Foto 4.



Foto 4 y 5.- Picado de lechuguin.



Foto 6.- Volteo para aireación del material.



Foto 7.- Toma de muestras para envío al laboratorio



Foto 8.- Invasión de lechuguin en embalse Mazar en el sector de Sacre.



Foto 9.- Extracción Mecánica de lechuguin.



Foto 10.- Control con barreras físicas para evitar dispersión de lechugin.



Foto 11.- Trabajos con botes para remoción y control de lechugin.

ANEXO 2 ANALISIS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
LABORATORIO ANALISIS AMBIENTALES
 Av. 24 de Mayo 777 y F. Moscoso tel .07-2881333 ext 274

RESULTADOS COMPOSTAJE

Muestra		1	2	3	4	5
pH		6.51	5.94	6.32	6.48	6.78
Humedad	%	49.41	41.11	40.77	44.27	51.48
Materia Orgnica	% ES	27.14	25.96	25.12	26.06	21.43
Amonio	ld 0.40 ppm	33.58	42.57	30.04	29.72	24.84
Fosforo	ld 0.25 ppm	374.18	260.18	1478.89	2445.56	2093.27
Nitrogeno Total	ld 0.34 ppm	6065.23	5035.60	4743.99	1892.21	3550.22
POTASIO	ld 0.05 ppm	5035.92	4451.11	3729.71	5364.12	4045.08
SODIO	ld 0.10 ppm	271.84	299.65	205.66	309.41	232.20
CALCIO	ld 0.10 ppm	4109.90	3236.73	3270.67	3358.17	3919.64
MAGNESIO	ld 0.10 ppm	1181.21	1132.64	1024.00	1116.60	1139.42
HIERRO	ld 0.20 ppm	2436.71	2419.75	1629.36	2130.68	1989.33
ZINC	ld 0.14 ppm	48.49	33.61	25.30	45.90	33.16
NIQUEL	ld 0.02 ppm	< LD				
COBRE	ld 0.06 ppm	7.56	7.07	3.54	10.64	7.10
PLOMO	ld 0.12 ppm	< LD				
CADMIO	ld 0.17 ppm	< LD				
MERCURIO	ld 0.45 ppm	< LD				

Muestra		6	7	8	9	10
pH		6.35	5.98	5.96	6.45	6.24
Humedad	%	48.55	41.51	43.33	59.58	49.87
Materia Orgnica	% ES	25.13	22.26	17.99	42.70	44.44
Amonio	ld 0.40 ppm	26.80	25.30	32.38	27.51	28.24
Fosforo	ld 0.25 ppm	3146.35	1544.83	2287.68	2314.26	3845.45
Nitrogeno Total	ld 0.34 ppm	11813.71	2572.75	7927.19	3280.38	19490.64
POTASIO	ld 0.05 ppm	4232.19	3627.75	4975.63	5773.41	5830.11
SODIO	ld 0.10 ppm	277.55	212.28	268.01	295.90	305.43
CALCIO	ld 0.10 ppm	3612.93	4160.47	4230.21	4344.73	4262.70
MAGNESIO	ld 0.10 ppm	1199.66	1076.74	1155.98	1220.07	1122.11
HIERRO	ld 0.20 ppm	1861.81	3450.28	2804.52	2952.93	2480.38
ZINC	ld 0.14 ppm	34.25	22.74	41.23	33.82	61.61
NIQUEL	ld 0.02 ppm	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
COBRE	ld 0.06 ppm	2.62	5.33	8.29	10.13	7.67
PLOMO	ld 0.12 ppm	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
CADMIO	ld 0.17 ppm	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD
MERCURIO	ld 0.45 ppm	< LD	< LD	< LD	< LD	< LD



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
LABORATORIO ANALISIS AMBIENTALES
 Av. 24 de Mayo 777 y F. Moscoso tel .07-2881333 ext 274

Muestra		11	12
pH		6.57	6.34
Humedad	%	53.73	45.50
Materia Orgnica	% ES	26.56	26.91
Amonio	ld 0.40 ppm	23.73	26.85
Fosforo	ld 0.25 ppm	1505.46	1363.55
Nitrogeno Total	ld 0.34 ppm	4852.82	5862.13
POTASIO	ld 0.05 ppm	5571.33	4382.02
SODIO	ld 0.10 ppm	308.06	267.02
CALCIO	ld 0.10 ppm	4526.48	4839.36
MAGNESIO	ld 0.10 ppm	1350.27	1124.59
HIERRO	ld 0.20 ppm	3034.90	1954.33
ZINC	ld 0.14 ppm	12.88	37.49
NIQUEL	ld 0.02 ppm	< LD	< LD
COBRE	ld 0.06 ppm	2.60	5.63
PLOMO	ld 0.12 ppm	< LD	< LD
CADMIO	ld 0.17 ppm	< LD	< LD
MERCURIO	ld 0.45 ppm	< LD	< LD

MUESTRA		1B	2B	3B	4B	5B
pH		7.73	7.74	7.87	7.93	7.96
Humedad	%	61.34	66.46	57.56	69.66	59.06
Materia Organica	%	21.72	32.40	31.20	32.56	21.48
Amonio	ld 0.04 ppm	53.42	126.39	62.31	74.93	56.66
Fosforo	ld 0.30 ppm	64.58	265.22	136.10	76.73	38.13
Nitrogeno Total	ld 0.40 ppm	2414.43	3044.69	4199.97	3803.97	3074.90
POTASIO	ld 0.05 ppm	6507.91	7900.01	8059.81	7235.08	5578.28
SODIO	ld 0.10 ppm	280.69	381.82	543.74	340.58	212.59
CALCIO	ld 0.10 ppm	4147.50	4235.65	4115.10	4879.20	4720.86
MAGNESIO	ld 0.10 ppm	998.05	1401.03	1473.05	1378.73	1197.35
HIERRO	ld 0.20 ppm	1936.05	1271.35	1198.32	3240.37	3065.98
ZINC	ld 0.14 ppm	45.75	35.71	23.61	45.57	31.56
NIQUEL	ld 0.02 ppm	< LD				
COBRE	ld 0.06 ppm	5.50	5.04	1.81	9.20	5.42
PLOMO	ld 0.12 ppm	< LD				
CADMIO	ld 0.17 ppm	< LD				
MERCURIO	ld 0.45 ppm	< LD				



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
LABORATORIO ANALISIS AMBIENTALES
 Av. 24 de Mayo 777 y F. Moscoso tel .07-2881333 ext 274

MUESTRA		6B	7B	8B	9B	10B
pH		7.98	7.85	7.75	7.90	7.81
Humedad	%	58.38	63.30	63.20	56.23	60.71
Materia Organica	%	20.02	25.91	32.30	24.49	25.31
Amonio	ld 0.04 ppm	100.35	82.13	66.85	71.80	60.20
Fosforo	ld 0.30 ppm	70.57	79.66	126.86	92.09	51.19
Nitrogeno Total	ld 0.40 ppm	4792.92	3989.26	4858.13	4938.34	2876.78
POTASIO	ld 0.05 ppm	4797.65	7269.77	7242.65	6680.65	5435.96
SODIO	ld 0.10 ppm	113.60	273.24	291.59	332.13	118.12
CALCIO	ld 0.10 ppm	4469.42	4587.24	5160.52	5457.45	5175.89
MAGNESIO	ld 0.10 ppm	1094.98	1284.00	1456.06	1330.45	1210.20
HIERRO	ld 0.20 ppm	2583.41	4137.43	4477.60	2899.05	1923.74
ZINC	ld 0.14 ppm	29.34	22.46	41.00	32.38	49.08
NIQUEL	ld 0.02 ppm	< LD				
COBRE	ld 0.06 ppm	1.22	4.67	9.05	7.42	4.52
PLOMO	ld 0.12 ppm	< LD				
CADMIO	ld 0.17 ppm	< LD				
MERCURIO	ld 0.45 ppm	< LD				

MUESTRA		11B	12B
pH		7.93	7.82
Humedad	%	61.02	57.30
Materia Organica	%	21.96	22.71
Amonio	ld 0.04 ppm	57.22	45.72
Fosforo	ld 0.30 ppm	54.12	99.13
Nitrogeno Total	ld 0.40 ppm	4700.51	6635.95
POTASIO	ld 0.05 ppm	6428.59	5789.57
SODIO	ld 0.10 ppm	148.15	161.51
CALCIO	ld 0.10 ppm	5372.90	4992.81
MAGNESIO	ld 0.10 ppm	1436.18	1273.59
HIERRO	ld 0.20 ppm	3849.67	3806.11
ZINC	ld 0.14 ppm	11.08	32.22
NIQUEL	ld 0.02 ppm	< LD	< LD
COBRE	ld 0.06 ppm	1.27	4.33
PLOMO	ld 0.12 ppm	< LD	< LD
CADMIO	ld 0.17 ppm	< LD	< LD
MERCURIO	ld 0.45 ppm	< LD	< LD



**REPORTE DE RESULTADOS
QUÍMICOS**

Código: SGCUDAL-F-004

Versión: 1

Fecha: 2012/10/11

OBSERVACIONES:

Abreviaturas:

LD: Límite de detección

ppm : Partes por Millón

ppb: Partes por Billón

N/A: No Aplica

Técnico Responsable



Directora de Calidad

Director Técnico

Los resultados son válidos para la muestra analizada. No se pueden reproducir sin la previa autorización de UDA LABORATORIOS.
El laboratorio mantendrá la confidencialidad de los resultados.

Calle Hernán Malo y Av. 24 de Mayo. Edificio de la Facultad de Ciencia y Tecnología. Teléf.: 072881333 ext 441 o 420 labudadireccion@uazuay.edu.ec