

UTILIZACIÓN DEL JACINTO DE AGUA (*Eichhornia crassipes Solms*) EN LA PRODUCCIÓN DE BIOABONOS POR MEDIO DE POLÍMEROS NATURALES

Federico Fernando Díaz Trelles

Carrera Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, km 2.7 vía Calceta - Moro - El Limón Sector El Gramal

Contacto: fernandodt85@hotmail.com / fdiaz@espam.edu.ec

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, consistió en utilizar la maleza acuática *Eichhornia crassipes Solms* (Jacinto de agua) para la producción de bioabonos, sólidos y líquidos, de buena calidad, mediante la fermentación de la planta, utilizando las hojas trituradas y añadiéndoles polímeros naturales como acelerante de la degradación del material vegetal. Se llevó a cabo en el Campus de la ESPAM MFL ubicado en Calceta, cantón Bolívar, provincia Manabí. *E. crassipes* se ha movilizó entre todos los embalses que forman la red del trasvase de aguas del Plan Hidráulico Manabí, es encontrado en los ríos Carrizal; Chone; Portoviejo entre otros. La cantidad de Jacinto de agua que se encontró presente en el embalse de la Esperanza fue de alrededor de 560 hectáreas, posteriormente se inició con el acopio de los materiales orgánicos, repique del *E. crassipes*, mezclado con los demás insumos en las cantidades propuestas para cada uno de los tratamientos planteados para la elaboración de los bioabonos sólidos y líquidos. La evaluación de las variables bajo estudio se la realizó mediante la recolección de muestras, estas fueron enviadas al laboratorio de suelos de la EET Pichilingue del INIAP para su análisis químico. Los resultados mostraron que los bioabonos poseen concentraciones elevadas de nutrientes atribuyéndoles un moderado efecto fertilizante; sin embargo no presentan una amplia variación en el contenido nutrientes entre los tratamientos, por tal motivo son adecuados para su uso como enmienda orgánica en suelo agrícola ya que los materiales empleados así como las condiciones del proceso son las adecuadas.

Palabras Clave: Jacinto de agua, compost, biol, bioabono, polímeros naturales

INTRODUCCION

En la provincia de Manabí el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes* Solms), está causando problemas serios y amplios como resultado de su alta intensidad de crecimiento y reproducción, alta habilidad competitiva con relación a otras plantas acuáticas flotantes, el movimiento de las plantas por el viento y las corrientes de agua, siendo este último punto algo muy crucial ya que en nuestro medio el Jacinto de agua se ha movilizadado entre todos los embalses del trasvase de aguas del Plan Hidráulico de Manabí (Daule Peripa - La Esperanza; La Esperanza - Poza Honda; Poza Honda-Mancha Grande) llegando hasta los ríos que reciben las aguas del trasvase (Carrizal; Chone; Portoviejo entre otros).

Por esto se han probado varios métodos de eliminación de la planta sin que se cause algún impacto ambiental severo, muchos de los cuales han resultado muy satisfactorios ya que la planta responde de manera positiva. Es así que, mediante una revisión exhaustiva del tema, se llegó a determinar que la especie es capaz de generar bioproductos; es decir abonos orgánicos (compost, bioles) y biogás. De esta manera no sólo se elimina el exceso de la planta en las riberas de los ríos, sino que también se aprovecha la misma para la generación de material orgánico, lo cual otorga una solución a la problemática que presenta esta maleza acuática, sin generar impacto alguno.

Por tal motivo se debe establecer que la utilización de esta especie permite tener una visión de desarrollo más amigable con el ambiente, proporcionando un producto con valor agregado para la agricultura de conservación y siendo a la vez sustentable en el tiempo, ya que la planta tiene la capacidad de reproducirse de una manera muy acelerada y abundante, por este motivo se ha visto la posibilidad de utilizar la misma para la producción de abono orgánico, mediante la fermentación de la planta utilizando las hojas trituradas y añadiéndoles polímeros naturales como acelerante para que se produzcan bioabonos (sólidos y líquidos) de buena calidad y que sean utilizables.

De esta manera con los estudios respectivos del comportamiento del Jacinto de

agua, se podrá aprovechar las cualidades que presenta esta especie, eliminar gran porcentaje de la población que se encuentra cerca de la represa Sixto Durán Ballén (La Esperanza), facilitando las actividades en la misma, a la vez se obtuvo bioabonos (sólidos y líquidos), promoviendo así una oportunidad para utilizar esta especie invasiva y obtener productos que serán útiles para el hombre y sus cultivos, permitiendo tener una fuente permanente de trabajo, generando empleo como micro empresa dedicado a la elaboración de estos bioabonos, respaldada por la investigación realizada por la universidad.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar al Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes Solms*) en la obtención de bioabono líquido empleando polímeros naturales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las zonas más afectadas por el crecimiento del Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes Solms*) y su cuantificación espacial.
- Transformar el Jacinto de agua (*Eichhornia crassipes Solms*) con polímeros naturales en bioabonos.
- Desarrollar una formulación apropiada para el uso del bioabono obtenido por la acción de los polímeros naturales.

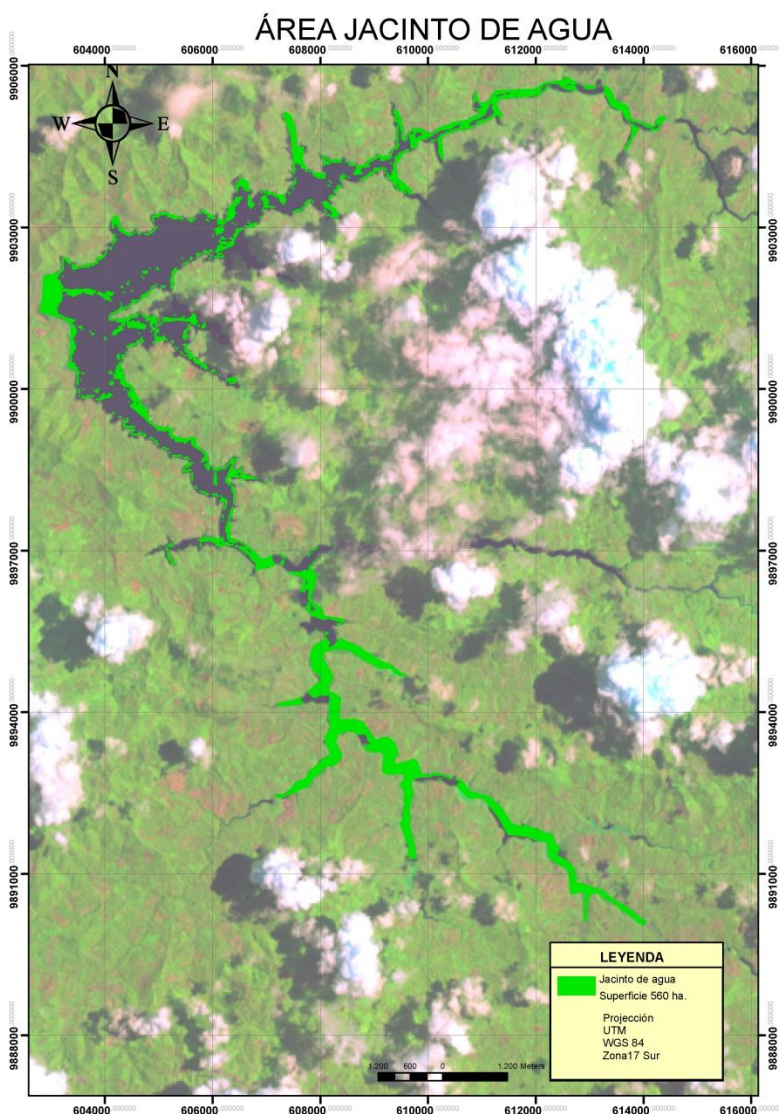
HIPÓTESIS, PREMISAS Y/O IDEAS A DEFENDER

El biofertilizante obtenido como resultado de la descomposición del Jacinto de agua utilizando biopolímeros naturales tiene las características apropiadas para ser utilizado en los cultivos que se realizan en el valle del río Carrizal.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realizó en el Campus de la ESPAM MFL ubicado en Calceta, cantón Bolívar, provincia Manabí. El proyecto se inició en el año 2015 y concluyó a inicios del año 2018, durante su primera etapa se calculó, mediante el uso de imágenes satelitales, fotografías aéreas captadas con un dron y el uso de software de tipo GIS, la cantidad de Jacinto de agua que se encontraba presente en el embalse Sixto Durán Ballén, el que llegó a cubrir alrededor de 560 hectáreas, ubicando también los sitios para extraer el Jacinto de agua.

Imagen 1. Área ocupada por el “Jacinto de agua” en el embalse Sixto Durán Ballén.



Como segunda etapa del proyecto se procedió a la elaboración de los bioabonos sólidos y líquidos.

Los factores en estudio fueron dos:

- a. Proporción de “Jacinto de agua”
- b. Dosis de producto biotecnológico.

Para el Compostaje Aeróbico:

Los tratamientos en estudio se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos de compostaje de “Jacinto de agua”.

Tratamientos	Descripción		
	<i>E. crassipes</i> (kg)	Tamo de arroz de porqueriza (kg)	Producto biotecnológico (g/100 kg)
1	60	40	0
2	60	40	10
3	60	40	15
4	75	25	0
5	75	25	10
6	75	25	15
7	90	10	0
8	90	10	10
9	90	10	15

La unidad experimental fue un montículo 100 kg de materia prima a compostar, mezcla de “Jacinto de agua” + tamo de arroz de porqueriza. Esto significa que el experimento estuvo conformado de 18 unidades experimentales. El proceso de manejo del ensayo se inició con el acopio de los materiales orgánicos, el repique de “Jacinto de agua”, la mezcla en las proporciones pertinentes, la adición de agua a los montículos desde al 30% hasta el 60% de humedad, la adición al montículo del producto biotecnológico disuelto en agua y remoción intensa para distribuirlo, amontonamiento del material a compostar y cobertura con una lámina plástica de color blanco. La remoción periódica a una frecuencia quincenal durante ocho

semanas con adición de agua hasta el punto de óptimo de mantener la actividad biológica aeróbica. Evaluación de las variables de campo. Recolección de muestra para análisis químico y envío a laboratorio acreditado por el organismo oficial.

Para la Fermentación anaeróbica:

Los tratamientos en estudio se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos de fermentación de “Jacinto de agua”.

Tratamientos	Descripción			
	<i>E. crassipes</i> (%)	Agua (%)	Estiércol Bovino (%)	Producto biotecnológico
1	25	50	25	35
2	50	25	25	35
3	25	25	50	35
4	25	50	25	50
5	50	25	25	50
6	25	25	50	50
7	25	50	25	60
8	50	25	25	60
9	25	25	50	60
10	25	50	25	0
11	50	25	25	0
12	25	25	50	0

PROCEDIMIENTO PARA LA PREPARACIÓN DEL BIOL

Para la preparación del biol de Jacinto de agua se lo realizó utilizando todos los ingredientes antes mencionados y la dosis programada del degradador enzimático (35 cm^3 , 50 cm^3 y 65 cm^3) + 15 cm^3 a los 2 meses de fermentación. El Jacinto de agua fue picado manualmente con machete, luego se procedió a colocar cada ingrediente en la dosis establecida en el tanque de 60 litros, de la siguiente manera se colocó 500 cm^3 de leche, 1/4 libra de levadura de cerveza, 1 libra de ceniza, 1000 cm^3 de melaza, agua hasta completar $12,5 \text{ dm}^3$ o 25 dm^3 según el tratamiento, estiércol fresco de bovino y el Jacinto de agua se colocaron en las proporciones correspondientes a cada tratamiento y dosis programada del degradador enzimático 35 cm^3 , 50 cm^3 y 65 cm^3 después se revolvió hasta obtener una mezcla homogénea,

se cerró herméticamente el tanque en la tapa del tanque se procedió a colocar una manguera y al otro extremo una botella descartable con agua para facilitar la salida del gas metano que se produjo durante el proceso de fermentación y se dejó fermentar en condiciones anaeróbicas bajo sombra.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LOS MACRO Y MICRONUTRIENTES ESTUDIADOS

Bioles.

Los resultados finales de la composición química promedio de los tratamientos de biol elaborados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Composición química promedio de los cuatro bioles elaborados

Identificación de las Muestras	pH	% M.O.	Concentración										
			g/dm ³						mg/dm ³				
			N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Cu	Fe	Mn
T1	8,4	0,56	1,6	0,1	3,6	3,8	1,4	0,3	3	3	1	64	18
T2	8,4	0,53	1,4	0,1	4,4	3,8	1,3	0,3	2	2	1	39	7
T3	8,4	0,53	1,5	0,1	5	3,8	1,4	0,3	2	3	1	64	11
T4 (Testigo)	8,5	0,64	1,5	0,1	4,5	3,7	1,4	0,3	3	3	1	31	6

Se puede observar que los tratamientos T1, T2 Y T3, con formulaciones más complejas (mayor variedad de insumos), presentaron contenidos similares de macro y micronutrientes. La adición de otros ingredientes respecto a la formulación base (tratamiento T4) influyó directamente en el incremento de la materia orgánica, sin embargo podemos mencionar al tratamiento 7 (25% de agua, 50% de agua, 25% de porquinaza más 60cm³ de biopolímero como el que mejor valor nutricional posee.

Los resultados del análisis químico no muestran una amplia variación en el contenido de los macro y micronutrientes entre los tratamientos. De Groot y Bogdanski (2013), señalan que los estudios realizados al biol como un fertilizante muestran una amplia gama de parámetros y que el contenido en los bioles varía ampliamente, al depender de muchas variables como: el tipo de estiércol utilizado como materia prima (a partir de cerdos, ganado vacuno o pollos); la materia prima

adicional utilizada (tipos de residuos); el forraje para los animales (calidad y cantidad); el clima (particularmente la temperatura) y la tecnología del biodigestor como tal.

Por ello en la práctica, no sería difícil dar una única recomendación en cuanto a la dosis, forma de aplicación, frecuencia para todos los bioles; serán probados en campo y en pruebas de ensayo-error para que se vaya definiendo la mejor dosis, frecuencia y, formas de aplicación para cada cultivo. Además, es importante considerar un buen almacenamiento y correcta aplicación del biol, ya que según Bonten, et al. (2014), la alta concentración de NH_4^+ en el efluente líquido puede llevar a la volatilización de NH_3 durante el almacenamiento en los casos en que no sea cubierto adecuadamente. Esta volatilización es en la mayoría de los casos considerablemente más alta que la volatilización del NH_3 del estiércol de corral. Más del 50% de NH_4^+ se puede perder en un mes al dejarlo descubierto.

Considerando que cada biol, es elaborado con insumos y proporciones diferentes, podríamos decir que cada uno de ellos presenta características únicas y diferentes. El biol es entonces el resultado de un complejo y dinámico proceso de descomposición de la materia orgánica, donde los insumos, la forma de preparación, las condiciones ambientales y el tiempo, determinan características únicas para cada producto final.

Ante esta diversidad en los bioles, se torna difícil establecer estándares en cuanto al contenido de macro y micro nutrientes, así como al contenido de precursores de crecimiento para el producto final. Solamente se podrá conocer la composición del biol, al finalizar el proceso y analizarlo. En la versatilidad de la agricultura orgánica esto no es un inconveniente sino más bien una oportunidad, ya que los productores durante pruebas de ensayo error en forma permanente van adaptando sus formulaciones, métodos y dosis de aplicación a sus cultivos, sin la necesidad de saber a detalle la composición de los mismos. Aun así, conociendo la composición química, microbiológica, y la presencia de precursores de crecimiento en el biol, la respuesta que muestre la planta a la aplicación de biol, será al conjunto de los componentes que lo conforman.

COMPOST

Los resultados finales de la composición química promedio de los tratamientos de compost elaborados se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Composición química promedio de los tres compost elaborados

<i>E. crassipes</i> (%)	Bacterias benéficas (g/100 kg)																	
	N (g/l)			P (g/l)			K (g/l)			Ca (g/l)			Mg (g/l)			Mn (g/l)		
	0	10	15	0	10	15	0	10	15	0	10	15	0	10	15	0	10	15
60	11	10	11	8	10	10	8	9	8	20	22	22	5	2	5	0,3	0,4	0,3
75	12	10	11	9	8	9	9	10	11	24	24	26	5	6	6	0,3	0,3	0,4
90	11	10	12	8	7	7	9	10	11	28	28	29	7	7	8	0,4	0,4	0,4

Compost de pH ligeramente alcalino; por su relación C/N, respiración y actividad deshidrogenasa puede ser considerado un compost maduro. Posee concentraciones elevadas de nutrientes, particularmente de Ca, por lo que le podemos atribuir un moderado efecto fertilizante. En cuanto al contenido en metales pesados, las concentraciones no superan ningún caso los límites permitidos sobre productos fertilizantes, el compost analizado es adecuado para su uso como enmienda orgánica en suelo agrícola. Los materiales empleados para el compostaje son los adecuados, así como las condiciones del proceso. La formulación que presenta los más altos valores en contenido nutricional es la que posee: 90 kg de Jacinto de Agua, 10 kg de tamo con porquinaza y 15g/100kg del biopolímero.

CONCLUSIONES

- Se determinó que el área ocupada por el Jacinto de agua en el embalse de La Esperanza corresponde a 560 hectáreas, tomando en cuenta que esta posee un área neta de 2.500 hectáreas, lo que indica que el Jacinto de agua ocupa el 22,4% del área total de la represa.
- Durante los procesos de transformación del Jacinto de agua (aerobio y anaerobio), la temperatura mostró un mismo patrón de variación para todos

los tratamientos, luego comenzó a descender y mantuvo valores similares hacia el final del proceso. La temperatura de los bioles en promedio variaron entre 23.5° y 29.1°C; valores que siempre fueron superiores a la temperatura ambiental promedio que fluctuó entre 21.2° y 26.1°C. Tanto el color del compost como el del biol, se fue modificando durante la elaboración de los tratamientos. Finalizada la elaboración, los abonos presentaron el mismo matiz. El olor, experimentó grandes cambios durante la elaboración. Al inicio se percibió como muy desagradable y desagradable y, al término como normal y agradable. El olor muy desagradable estuvo presente sólo hasta los 16 días después de iniciado el ensayo (ddi), predominando luego el olor desagradable hasta el día 74 ddi a partir del cual migra hacia el olor normal, hacia el final del proceso 121 ddi predomina el olor normal y se comienza a manifestar el olor agradable. El pH no presentó tendencia de variación.

- Con respecto a las formulaciones empleadas, para el biol, el tratamiento 7 (25% de agua, 50% de agua, 25% de porquinaza más 60cm³ de biopolímero (8,4 pH, 0,56 % de MO; 1,6 g/dm³ de N; 0,1 g/dm³ de P; 3,6 g/dm³ de K; 3,8 g/dm³ de Ca; 1,4 g/dm³ de Mg; 0,3 g/dm³ de S; 3 g/dm³ de B; 3 g/dm³ de Zn; 1 g/dm³ de Cu; 64 g/dm³ de Fe; 18 g/dm³ de Mn) como el que mejor valor nutricional posee. Mientras que para el compost la formulación que presenta los más altos valores en contenido nutricional es la que posee: 90 kg de Jacinto de Agua, 10 kg de tamo con porquinaza y 15g/100kg del biopolímero, (12 g/dm³ de N, 7 g/ dm³ de P, 11g/ dm³ de K, 29 g/ dm³ de Ca, 8 g/ dm³ de Mg y 0,4 / dm³ de Mn)

RECOMENDACIONES

- Durante la elaboración de los bioabonos, no se evaluó la población total de microorganismos (bacterias, hongos y actinomicetos) presentes en el proceso. Esta información general, no permitió conocer la diversidad de microorganismos que participan del proceso. Se sugiere a futuro realizar estudios que permitan identificarlos; sobre todo identificar la presencia de microorganismos benéficos para el suelo y cultivos.

- Con la finalidad de incrementar la carga de microorganismos que garantice la digestión anaerobia, las fórmulas de biofertilizantes utilizan activadores como levadura o rumen. Se recomienda investigar si la población de microorganismos (cantidad y diversidad) es modificada por esta adición, y si se observan diferencias en el producto final.
- Este experimento se realizó en condiciones anaeróbicas y aeróbicas, sin embargo, en la práctica de campo los agricultores cuando elaboran los bioabonos lo hacen bajo diferentes condiciones: anaerobias, mixtas (anaeróbicas y aeróbicas) y aeróbicas. Sería interesante conocer las diferencias que existen en la composición del producto final, resultante entre estas diferentes formas de elaboración.

BIBLIOGRAFÍA

- Abdel-sabour, M. 2010. Water hyacinth: available and renewable Resource. Electronic Journal of Enviromental, Agricultural and Food Chemistry.
- AERF (Fundación de Restauración de Ecosistemas Acuáticos) 2009. Biología y control de plantas acuáticas: Un Manual de Gestión de buenas prácticas. Atlanta. p 143.
- BioManabí, 2012. La Esperanza. Crónica de una tragedia anunciada. Artículo en línea publicado el 26 marzo, 2012. Formato HTML. Disponible en: <http://romoced.wordpress.com/2012/03/26/la-esperanza-cronica-de-una-tragedia-anunciada/>
- Castillo, R. 2013. Valores agregados de la biodigestión anaerobia del Jacinto de agua. Tesis previa a la obtención del título de magister planificación y gestión energética. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Químicas. Cuenca – Ecuador
- Chum Kuffo, A., Jácome, G., & Landívar, N. 2006. La Lucha Por El Agua De Las Comunidades Ribereñas De La Cuenca Del Río Guayas. FIAN.
- European and Mediterranean Plant Protection Organization. 2008. Data Sheet on Quarantine Pests.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación), 2011, Plan Integrado De Manejo y Control del Lechuguín en el Sistema de Embalses de Manabí.
- Hronich, J., Lealon, M., Plawsky, J., & Bungay, H. 2008. Potential of *Eichhornia crassipes* for biomass refining. Springer.
- Invasive Species Specialist Group. 2008. Retrieved 06 08, 2012, from <http://www.issg.org/database/species/search.asp?sts=sss&st=sss&fr=1&sn=&rn=Ecuador&hci=-1&ei=-1&lang=EN>
- León Espinoza, M. E., & Lucero Peralta, A. M. 2008. Estudio *Eichhornia crassipes*, *Azolla filiculoides* y *Lemna gibba*, En El Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas Aplicando A Sistemas Unifamiliares Y Comunitarios En El Cantón Cotacachi - Ecuador.
- Lopez, D., 2012. Aprovechamiento del lechuguín (*Eichhornia crassipes*) para la generación de abono orgánico mediante la utilización de tres diseños diferentes de biodigestores. Tesis Universidad Politécnica Salesiana Carrera Ingeniería Ambiental. Cuenca - Ecuador.

- Ojeifo, M., Ekokotu, P., Olele, N., & Ekelemu, J. (s/f). A review of the utilisation of water hyacinth: alternative and sustainable control measures for a noxious weed. Asaba. Department of Agronomy, Forestry and Wildlife, Delta State University, Asaba Campus, Asaba.
- Olvera Viascan, V. 1988. *Biología Y Ecología Del Lirio Acuático. Control Y Aprovechamiento Del Lirio Acuático*
- Paneque, M., et al, 2010. Manual de técnicas analíticas para análisis de suelo, foliar, abonos orgánicos y fertilizantes químicos. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Departamento de biofertilizantes y nutrición de las plantas. Laboratorio de agroquímica. Ediciones INCA, Gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700
- Restrepo, J. 2001. Agricultura orgánica: principio, objetivos y estrategias. *In* Material didáctico del X curso-taller latinoamericano sobre agricultura orgánica con énfasis en la preparación de biofertilizantes y caldos minerales para café, frutales y hortalizas. Ed. J García. San José. Universidad Estatal a Distancia. Mercedes de Montes de Oca. San José, Costa Rica. 135 p.
- Robles, W., 2013. Jacinto de agua [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms]. Atlas de Especies Invasoras de Puerto Rico. Wilfredo Robles, Ph.D. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez Call Box 9000, Mayagüez, PR 00681 (787)832-4040 ext. 2449, 3852 wilfredo.robles2@upr.edu. Documento en línea, formato PDF. Disponible en: http://atlas.eea.uprm.edu/sites/default/files/Jacinto%20de%20aguaEichhornia%20crassipes_0.pdf
- Torres, S. 2008. Estudio de Aprovechamiento del Lechuguín *Eichhornia Crassipes* del Embalse de la Represa Daniel Palacios como Biosorbente de Metales Pesados en el Tratamiento de Aguas Residuales., Tesis Universidad Politécnica Salesiana Carrera Ingeniería Ambiental. Cuenca - Ecuador.
- Vibrans, H., 2009. Lirio acuático, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms Malezas de México, página web formato html: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/pontederiaceae/eichhorniacrassipes/fichas/ficha.htm> Consultada el 15/05/2014