

008. EVALUACIÓN DE LA FIBRA DE BANANO PARA USO DE MATERIA PRIMA EN ISLAS FLOTANTES

Autores:

Alexis Chica Chiriboga¹

Natalia Molina Moreira²

^{1,2}Universidad Espíritu Santo-Ecuador
natimolina@uees.edu.ec

¹Ingeniero en Gestión Ambiental

²Docente Investigador

RESUMEN

Si bien el cultivo de banano en Ecuador es un importante rubro económico, también ha generado impactos ambientales por los desechos que genera provenientes del pseudotallo, raquis de hoja y raquis del racimo. Por lo expuesto varias alternativas se han implementado para mitigar este problema, entre ellas la elaboración de artesanías y compost. La presente investigación tiene como propósito determinar qué tipo de fibras de banano es mejor para la elaboración de islas flotantes, utilizadas para mejorar la calidad de agua en ramales del estuario del Golfo de Guayaquil, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos: (1) Determinar a través de análisis de laboratorio la cantidad de residuos químicos existentes en el raquis de la hoja, en el raquis del racimo, pseudotallo, del agua de riego y post cosecha. (2) Comprobar según la calidad de la fibra del raquis de la hoja, pseudotallo y del raquis del racimo cual presenta mejores características para la elaboración de islas flotantes. Los resultados demostraron que las partes de las fibras que poseen mejores características para la elaboración de las islas flotantes son las procedentes del pseudotallo y raquis la hoja, por las características de resistencia mecánica, flotabilidad, resistencia al daño por agua salada permite que sean consideradas para elaborar las islas flotantes, además en el raquis de la hoja no se encontraron remanentes de agroquímicos órganos clorados o fosforados.

Palabras Clave: Bioremediación, contaminación, agricultura, manejo de residuos orgánicos, restauración ecológica.

Abstract

Although the cultivation of bananas in Ecuador is an important economic item, it has also generated a negative impact on the ecosystems that come from the pseudostem, leaf rachis and cluster rachis. For the rest, several alternatives have been implemented to mitigate this problem, including the development of handicrafts and compost. The objective of this research is to determine what type of banana fibers are best for the

production of floating islands, used to improve water quality in the Gulf of Guayaquil, for which the following objectives were set: (1) Determine through laboratory analysis the amount of residues in the rachis of the leaf, in the cluster rachis, pseudostem, irrigation water and post-harvest. (2) Verify, according to the quality of the rachis fiber of the leaf, pseudostem and rachis of the bunch that presents better characteristics for the elaboration of the floating islands. The results showed that the floating parts are the most important characteristics for the generation of the floating fleets, the floating properties and the water resistance allowed elaborate the floating islands, besides in the rachis of the leaf there were not remnants of agrochemicals chlorinated or phosphorus organs.

Key words: Bioremediation, pollution, agriculture, organic waste management, ecological restoration

INTRODUCCIÓN

La presente investigación sobre la fibra de banano, realizada en la hacienda Bananera San Enrique ubicada en la provincia de Cañar, tiene como objetivo evaluar la calidad de la fibra y residuos químicos del banano para la elaboración de islas flotantes.

Según la Asociación de Exportadores de Banano del Ecuador (AEBE) el volumen del banano comercializado a nivel mundial por el Ecuador alcanza 20 millones de toneladas, esto equivale al 30% del comercio internacional. (AEBE, 2018) Datos que son corroborados a través de publicaciones del Banco Central del Ecuador en donde indican que el sector ha crecido un 19% a nivel mundial en los últimos cinco años pasando de USD 1'995.949,70 en el 2009 a USD 2'375.986,04 en el 2013. (Vega & Zambrano, 2015)

Se puede determinar la magnitud de la utilidad de la fibra de banano relacionando los valores del volumen del banano comercializado a nivel mundial para tener una razón sobre la cantidad de materia prima que se puede obtener, puesto que a partir de los residuos de esta planta se obtiene la fibra de banano, la misma que atraviesa diversos procesos que permiten al producto darle un nuevo uso y de esta forma se contribuye de manera indirecta a la problemática del medio ambiente generada por el mal uso de los recursos. (Gaona, 2015)

A través de la Corporación Financiera Nacional se puede obtener cifras reales de la superficie cosechada y producción de banano durante los últimos años, los mismos que fueron elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), permitiendo conocer que durante el 2015 se han cosechado 0.19 millones de hectáreas mientras que en el 2016 el valor descendió a 0.18 millones de hectáreas con una producción de 6,53 millones de toneladas métricas. (INEC, 2016) (Corporación Financiera Nacional, 2017)

La fibra de banano se ha utilizado como materia prima de diversos productos elaborados, entre los cuales se encuentran sus aplicaciones sobre el campo textil y artesanal, sin embargo, investigaciones recientes han permitido la utilización de la fibra de banano como material para la formación de biocompuestos y con esto se da la apertura necesaria para utilizar esta fibra como materia prima en diversos proyectos como islas flotantes para mejorar la calidad de agua.

La composición química de esta fibra se encuentra formada por celulosa, hemicelulosa y lignina, los mismos que le dan la cualidad de firmeza, resistencia y de peso ligero, tiene alargamientos más pequeños, su aspecto es brillante de acuerdo al sitio de extracción y al proceso de cosecha. Su característica más importante es la ligereza, así como la absorción de la humedad del medio. Se menciona que la fibra absorbe la humedad según el riego. Otra característica de la fibra es que se vuelve biodegradable y por lo tanto no encuentran efectos negativos sobre el medio ambiente y es categorizada como fibra de ciclamiento rápido favorable al medio ambiente. (Torres & Vera, 2015)

En las últimas décadas el rol de la fibra de banano ha sido notable en varias investigaciones realizadas, como las siguientes: (1) estudio de factibilidad para la producción y comercialización de papel a base del pinzote de banano (Montoya & Quimís, 2015), (2) estudio de factibilidad para la elaboración y comercialización de papel de fibra de banano (Gaona, 2015), (3) obtención de nanocelulosa provenientes del cultivo de Banano (Carchi, 2014), (4) el análisis de la utilización del tallo del banano como fuente de fibra. (Torres & Vera, 2015; Moreira, 2013), y (5) utilización de los remanentes de banano deshidratado en la elaboración de productos alimenticios. (Álvarez & Cordero, 2006)

Investigaciones realizadas en Colombia, hacen énfasis en la importancia de la fibra de banano para mejorar las propiedades del cemento, las cuales mejoran la resistencia, flexión y durabilidad de este. (Agencia Iberoamericana para la difusión de la ciencia y la tecnología, 2015)

Esta investigación contribuirá con una nueva alternativa para la elaboración de islas flotantes, aprovechando los residuos de banano, para disminuir los costos de producción en el Ecuador que es un país productor de banano.

Con estos antecedentes se plantea la siguiente hipótesis: La fibra del pseudotallo presenta mejores características para la elaboración de islas flotantes. A través de lo observado en el campo, se puede diferenciar tres tipos de fibras, las cuales difieren en sus características según su disposición y función en la planta: fibras del raquis de la hoja, del pseudotallo y del raquis del racimo. Para comprobar esta hipótesis se propusieron los siguientes objetivos: (1) Determinar a través de análisis de laboratorio la cantidad de residuos químicos existentes en el raquis de la hoja, en el raquis del racimo, pseudotallo, en el agua de riego y post cosecha. (2) Comprobar según la calidad de la fibra del raquis de la hoja, del pseudotallo y del raquis del racimo cual presenta mejores características para la elaboración de islas flotantes.

DESARROLLO

Metodología

Área de estudio

La Hacienda Bananera San Enrique, se encuentra ubicada en la Provincia del Cañar, cantón la Troncal, Parroquia Manuel J. Calle, en calle Av. Principal s/n, referencia ingreso frente al Cementerio, carretero Vía Manuel J. Calle, cuyas oficinas se encuentra ubicadas en la ciudad de Guayaquil, Urdesa, Víctor Emilio Estrada #610. La Hacienda Bananera San Enrique, de propiedad de la empresa AGRIFRUIT S. A., se dedica al cultivo de banano de alta calidad. Se encuentra en las siguientes coordenadas:

Tabla 1. Coordenadas geográficas

COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
LONGITUD	LATITUD
643998	9692933
644491	9693820
644468	9693832
644026	9692922
644433	9693770
644398	9693707
644432	9693847

Elaborado por: AGRIFRUIT S.A.



Figura 1. Mapa de la Ubicación de Hacienda Bananera San Enrique
Elaborado por: INFOPLAN

El banano es una planta herbácea sin tallo leñoso o con un pseudotallo compuesto por una base formada por hojas enrolladas organizadas en paquetes, sus hojas son grandes y alargadas, con un tamaño de aproximadamente 60 cm de ancho hasta 3-3,5 metros de longitud, sus flores poseen una diversidad de tamaños y

colores. Asimismo, en la actualidad se ha identificado una gran variedad de bananos silvestres y comerciales. (Gonzabay, 2017)

La planta de banano se encuentra formada por un sistema radicular del cual crece cada individuo, un tallo subterráneo o verdadero, un pseudotallo o vástago aéreo formado por prolongaciones de las hojas, asimismo posee hojas las cuales se originan en el meristemo terminal, localizado en la parte superior del cormo. La inflorescencia forma parte de esta planta y corresponde a la bellota que sale en la parte superior, cuenta con el fruto que se desarrolla a partir de los ovarios de las flores pistiladas. (Cuello, 2008; Anacafé, 2009)

Para el crecimiento y desarrollo de la planta de banano, se debe contar con diversos factores que determinen su duración, dentro de las cuales se encuentra la altitud en donde se menciona que pueden crecer desde 0 a 2000 metros sobre el nivel del mar, la temperatura adecuada debe ser de 26 grados Celsius, el clima debe estar formado por precipitaciones mensuales de 120 a 150 mm de lluvia mensual y otros factores como el viento, la humedad relativa y la luminosidad natural del sol. (Manrique & Rivera, 2012)

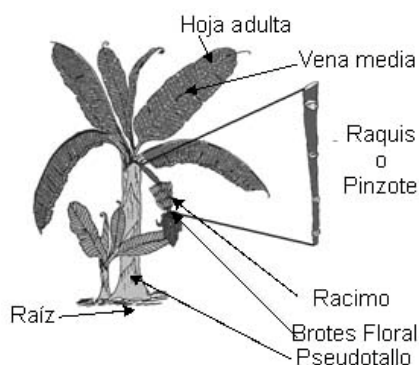


Figura 2. Partes de la planta de Banano – *Musa x paradisiaca* var. Cavendish (Musaceae),
Fuente: Turrado, Saucedo & Sanjuán (2009)

Dentro de los límites de la investigación, se debe considerar que la fumigación utilizada en la Hacienda Bananera San Enrique, es a través de la vía aérea debido a su extensión, para el control de Sigatoka Negra, nutrición foliar y fertilización manual que aseguren la producción de la fruta.

Muestra y procedimiento

Dentro de los parámetros se evaluaron las características físicas químicas del agua que se utiliza para el riego y post cosecha, cantidad de residuos químicos y de microorganismos. Para la recolección de datos e información se distribuyó los periodos de muestreo según la disponibilidad por parte de las autoridades reguladoras y personal de la Hacienda Bananera San Enrique.

La muestra se tomó aleatoriamente en los nueve lotes, de la hacienda San Enrique. Se colectaron muestras de diferentes individuos de plantas de banano en los lotes 2, 4, 6, 8, 1, 7 tanto del raquis de la hoja como del raquis del racimo, para analizarlas en laboratorios certificados y determinar la cantidad de residuos químicos existentes. (Tabla 2).

Tabla 2. Muestreo

Muestreo Aleatorio		
Lote	Raquis de la hoja	Raquis del racimo
2	2	1
4	2	1
6	2	1
8	2	1
1	2	1
7	2	1

Aunque el pseudotallo se consideró para el análisis por tener la fibra más resistente debido a que sostiene el racimo y las hojas, no se realizó el análisis porque las certificadoras internacionales no lo exigen, porque una de sus características principales es la resiliencia a la acumulación de químicos, incluso cuando las fibras son tratadas con productos sintéticos para elaboración de artesanías se pudo constatar que los niveles de composición químico no son nocivos. (Rodriguez, 2014)

Instrumentos

Se realizó la toma de muestra para evaluación del agua de riego y post cosecha, los mismos que fueron llevados a laboratorio para su posterior análisis a través del método P-LM-13 St. Met. Ed 22, 2013 9222 B, H, D.

Entre los principales instrumentos utilizados para el proceso de toma de muestra se encuentran, los elementos de bioseguridad, además para la recolección del raquis de la hoja y del racimo se utilizaron podones, escalera, recipientes plásticos para muestra y marcadores de muestra.

Para el proceso de recolección de muestra de agua de riesgo y agua residual o post cosecha, se utilizaron los elementos de bioseguridad, así como también los recipientes y marcadores para muestra.

Se considera los análisis de laboratorio como instrumentos, teniendo que para la determinación de residuos químicos del agua se utilizó el Methods for Examination and Wastewater 22nd Edition 2012 en donde se evaluó el pH del agua, determinación de la conductividad en agua, determinación de cloruros por volumetría, determinación de turbidez, determinación de mercurio por absorción atómica en aguas,

determinación de arsénico por absorción atómica en aguas, determinación de cobre, cadmio, hierro, magnesio por absorción atómica en agua.

El método utilizado para raquis de la hoja y raquis del racimo es la Determinación Análisis de Multiresiduos de Pesticidas por QUECHERS en frutas, verduras, jugos vinos y alimentos con alto contenido de grasa utilizando GC-MS y LC-MS/MS.

Resultados

A través de los análisis de laboratorio realizados, se pudo determinar la cantidad de residuos químicos existentes en el raquis de la hoja, en el raquis del racimo, pseudotallo, del agua de riego y post cosecha:

Tabla 2. Resultado del análisis del raquis de la hoja y análisis de raquis del racimo.

Raquis de la hoja					
Detalle	Resultado	LOQ mg/Kg (ppm)	Detalle	Resultado	LOQ mg/Kg (ppm)
Acequinocyl	< LOQ	0,01	Clorloloril	< LOQ	0,01
Aclonifen	< LOQ	0,01	Diazinon	< LOQ	0,01
Aldicarb	< LOQ	0,01	Diclofuanid	< LOQ	0,01
Aldicarb Sulfoxido	< LOQ	0,01	Dicloran	< LOQ	0,01
Bifenazato	< LOQ	0,01	Clozolinato	< LOQ	0,01
Carbanil	< LOQ	0,01	Carbofurano	< LOQ	0,01
Clorprofan	< LOQ	0,01	Benzoato Emamectina	< LOQ	0,01
Diclobutrazol	< LOQ	0,01	Atrazina	< LOQ	0,01
Clomazina	< LOQ	0,01	Acefato	< LOQ	0,01
Aceloclor	< LOQ	0,01			
Raquis cualitativo del racimo					
No existe ninguna molécula detectada cuatificable en la muestra					

En la tabla 2 se muestra que el raquis de la hoja presenta resultados cuantificables a escalas menores, mientras que en el análisis del raquis de racimo se confirmó que no presenta moléculas cuantificables.

El análisis de los parámetros del agua de riego se determinaron dos grupos de resultados, los residuos físico químicos identificados y la presencia de microorganismos los cuales se describen en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Análisis de laboratorio – Muestra de Agua

	Descripción	Rango	Resultados	
Muestra de Agua de Riego	Fisicoquímicos			
		pH	6 – 9	7,32
		Conductividad	-	236 us/cm
		Cloruros	-	9,44 mg/L
		Turbidez	100 NTU	170 NTU
		Mercurio	0,006 mg/L	ND
		Arsénico	0,1 mg/L	<LOQ
		Cadmio	0,02 mg/L	ND
		Plomo	0,01 mg/L	ND
		Microorganismos		
		Coliformes totales	-	1,4x10 ² UFC/100ml
		Coliformes fecales	1000	<10 UFC/100ml
		E. Coli	-	< 10 UFC/100ml

Tabla 4. Análisis de laboratorio – Muestra residual

	Descripción	Rango	Resultados	
Muestra de Agua residual o post cosecha	Fisicoquímicos			
		pH	6 – 9	7,30
		Conductividad	-	498 us/cm
		Cloruros	-	9,44 mg/L
		Turbidez	100 NTU	0,82 NTU
		Mercurio	0,006 mg/L	ND
		Arsénico	0,1 mg/L	ND
		Cadmio	0,02 mg/L	ND
		Plomo	0,01 mg/L	ND
		Microorganismos		
		Coliformes totales	-	1,6x10 ² UFC/100ml
		Coliformes fecales	1000	<10 UFC/100ml
		E. Coli	-	< 10 UFC/100ml

Se determinó que todos los parámetros evaluados en la muestra de agua de riego y agua de post cosecha, tuvieron como resultado un rango menor al límite de cuantificación permisibles, lo que indica que existen trazas de los componentes que no afectan al consumo humano, no se consideran nocivos para otros organismos por lo tanto no representan ningún tipo de contaminación para las fibras del banano. (Tabla 3,4). Con estos resultados se determinó qué tipo de fibra se puede utilizar para elaborar islas flotantes

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación se determinó que, en el raquis del racimo y raquis de hojas de banano de la Hacienda San Enrique los límites máximos permisibles están por debajo de estos rangos. Por lo tanto, las fibras del banano son aptas para la elaboración de islas flotantes incluyendo las del pseudotallo, en las que no fue necesario realizar análisis químico debido a sus características de resiliencia a la acumulación de sustancias sintéticas, puesto que las fibras naturales extraídas de las diversas plantas como el banano, son de alta hidrofiliencia por la atracción o interacción con los grupos hidroxilos de los componentes de la fibra y las moléculas de agua. Por lo que esta condición de baja acumulación de químicos se ha demostrado aun cuando son tratadas con productos sintéticos. (Rodríguez, 2014)

Las fibras del pseudotallo por su resistencia, longitud, flexibilidad y estructura laminar presenta las mejores propiedades físicas y químicas, añadiendo a esto las particularidades de resistencia mecánica, flotabilidad, resistencia al daño por agua salada permite que sean consideradas para elaborar las islas flotantes. (Giraldo, 2004)

La fibra del pseudotallo del banano es una fibra de estopa natural, posee características físico químicas propias que permiten y facilitan obtener una fibra de fina calidad, la misma posee un lado derecho y revés a diferencia de fibras de otras plantas. Según los autores, la parte de la planta de banano utilizada para la extracción de fibra de banano con mayor utilidad es el pseudotallo. (Torres & Vera, 2015)

El raquis de la hoja aunque también presenta condiciones aptas, similares al pseudotallo en cuanto a resistencia mecánica, flotabilidad, resistencia al daño por agua salada (Giraldo, 2004), sin embargo su morfología irregular y el volumen son factores que limitarían su uso como material para las islas flotantes, además debido a su mayor exposición a los agroquímicos aplicados por la fumigación vía aérea y aunque los niveles de químicos encontrados están dentro de los límites permisibles (Tabla 2), es mejor minimizar cualquier nivel de químicos en los materiales a utilizar para islas flotantes, que estarán en constante exposición a ecosistemas acuáticos.

El raquis de racimo cuando se analiza en escala nanométrica sea por tratamientos químicos o físicos muestra propiedades extraordinarias que pueden utilizarse para crear materiales de características únicas, debido a que el racimo se protege con un plástico especial denominado bananoplast, lo que evita el contacto con agroquímicos, sin embargo, debido a su peso y a su morfología de fibras compactas, irregulares y de tamaño pequeño es el menos favorable para hacer islas flotantes. Estas características del raquis del racimo se aprovechan para fabricar compost y aplicar como abono al suelo agrícola generando beneficios ambientales. (Carchi, 2014)

Una investigación reconoce que el raquis del banano es conocido como un residuo agroindustrial en los países que son mayores productores de banano, tiene

características similares a la del bagazo caña de azúcar como principal fuente para el papel debido al largo de su fibra. (Turrado, Saucedo & Sulbaran, 2009)

Las fibras de banano presentan similitudes con fibras sintéticas por su resistencia (Abad, Mongrovejo & Rojas, 2012), además de esta característica tiene la ventaja de ser biodegradable y no presentar químicos nocivos, a diferencia de los materiales sintéticos que generan microplásticos, los cuales representan una de las principales amenazas para la conservación de los ecosistemas acuáticos. Por lo expuesto esta investigación contribuye a verificar que las fibras del banano especialmente las del pseudotallo se pueden utilizar para elaborar islas flotantes reduciendo el uso de plásticos, como se ha implementado en estudios recientes realizados en el Jardín Botánico de Bogotá, en donde la estructura flotante que corresponde a un marco octagonal tiene una malla de fibra vegetal. (Martinez & Lopez, 2018) (Anexo 6)

Citas Bibliográficas

- Gaona. (2015). *Estudio de factibilidad para la elaboración y comercialización de papel de fibra de banano*. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. .
- INEC. (2016). *Superficie cosechada, producción y rendimiento de banano, subgerencia de análisis e información*. . Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>
- Corporacion financiera nacional. (2017). *Sector agricultura, ganadería, silvicultura y pesca: Banano y Plátanos Agosto 2017*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2017/09/Ficha-Sectorial-Banano.pdf>
- Vega & Zambrano. (2015). *Análisis de la reapertura de las exportaciones de banano ecuatoriano al mercado de Brasil y su impacto en la balanza comercial del Ecuador Univ. Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17745/1/TESIS%20ANALISIS%20DEL%20MERCADO%20BANANO.pdf>
- Montoya & Quimís. (2015). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de papel a base del pinzote de banano en Guayaquil, Guayas*. . Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Administrativas.
- Carchi. (2014). *Aprovechamiento de los Residuos Agrícolas provenientes del cultivo de Banano para obtener Nanocelulosa*. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca. Facultad de Ciencias Químicas. .
- Gonzabay. (2017). Cultivo del banano en el Ecuador. *AFESE*, 58, 113-142.
- Rodriguez. (2014). *Elaboración de un material biocompuesto a partir de la fibra de plátano*. Universidad de Colombia. . Recuperado el 12 de Agosto de 2018, de <http://bdigital.unal.edu.co/47022/1/8911502.2014.pdf>
- Moreira K. (2013). *Reutilización de residuos de la cáscara de bananos (Musa Paradisiaca) y plátanos (Musa sapientum) para la producción de alimentos destinados al consumo humano*. Universidad de Guayaquil. Recuperado el 21 de Agosto de 2018, de Agosto del 2018 de: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/3666/1/1113.pdf>
- Cuello. (2008). *Evaluación de tres Productos de Bajo Impacto Ambiental para el Control Integrado de Sigatoka Negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) en Plantaciones de Banano Orgánico*. Recuperado el 17 de Agosto de 2018, de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91018/D-65646.pdf>
- Anacafé. (2009). *Cultivo de banano*. Recuperado el 18 de Agosto de 2018, de https://www.anacafe.org/glifos/index.php/Cultivo_de_banano
- Manrique & Rivera. (2012). *Aprovechamiento de los residuos de banano común y del bocado para la extracción de fibras textiles*. Recuperado el 18 de Agosto de 2018, de <http://recursosbiblioteca.utp.edu.co/tesisd/textoyanexos/6284458M285.pdf>

- Grisales & Giraldo . (2004). *Empaques biodegradables a partir de la fibra de Plátano para los productos agrícolas del departamento de Caldas*. Recuperado el 17 de Agosto de 2018, de <http://bdigital.unal.edu.co/1042/1/juancarlosgrisalesmeneses.2004.pdf>
- Torres & Vera. (2015). *Análisis de la utilización del tallo del banano como fuente de fibra, para potencializar la producción de artesanías del cantón el triunfo y su futura exportación*. Guayaquil-Ecuador: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Administrativas.
- Turrado J., Saucedo A., Sulbaran B. . (2009). *RACHIS of Muse balbisiana and Muse acuminata as Source of Fibers for Paper Structure Inf. tecnol. v.20 n.4*. La Serena 2009. ISSN 0718-0764.
- Abad, Mogrovejo & Rojas. (2012). *Experimentación y posibles aplicaciones de la fibra de banano en el campo textil*. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/288/1/09102.pdf>
- Martinez L., & López C. (2018). *Floating islands as a strategy for the establishment of aquatic plants in the Botanical Garden of Bogotá*. Bogotá: Gestión y Ambiente 21(1), 110-120.
- AEBE. (2018). *Banano: La fruta más comercializada a nivel mundial*. Recuperado el 7 de Agosto de 2018, de <http://www.aebe.com.ec/2018/03/banano-la-fruta-mas-comercializada-a-nivel-mundial/>
- Alvarez Ordoñez, M G., Siguenza Cordero, MJ. (2006). "Utilización de los remanentes de banano deshidratado (cáscara de banano verde y madura, raquis y bráctea) en la elaboración de productos alimenticios". . Proyecto de Graduación Lic. Ing. Agr. Guácimo, CR, Universidad EARTH. 39 p.