

Comparación del efecto de 2 biofertilizantes líquidos a base de estiércol caprino y vacuno sobre parámetros de crecimiento de algarrobo (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) en fase de vivero

Wong, M.¹, Jiménez, E.²
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral
Campus Gustavo Galindo, Km. 30 ½ Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
macis_17@hotmail.com, dowong@espol.edu.ec

¹ Ingeniera Agropecuaria, FIMCP, ESPOL

² M.Sc. Ing. Forestal, Director del Bosque Protector Prosperina, ESPOL

Resumen

*Esta investigación se desarrolló en la comuna Sinchal-Barcelona del cantón Santa Elena. Se consideró una alternativa viable, utilizar fuentes orgánicas para la elaboración de biofertilizantes líquidos a base de estiércoles vacuno y caprino, para ser aplicados en fase de vivero a algarrobo (*Prosopis juliflora*).*

El objetivo fue comparar el efecto de los biofertilizante, sobre parámetros agronómicos como altura de planta, número de hojas y mortalidad. El ensayo se realizó bajo un DCA, con 8 tratamientos y 3 réplicas. En cada tratamiento, se hicieron aplicaciones semanales de biofertilizantes (dosis de 10, 30 y 70 % de concentración), además de un control absoluto y un control químico a base de urea.

Para la elaboración de los biofertilizantes se utilizó un biodigestor de régimen estacionario y se realizó un análisis físico-químico a los dos meses encontrándose 1,5 % de N para el biofertilizante de chivo y 0,2 % de N para el biofertilizante de vaca.

El Adeva, para las variables altura de planta y número de hojas fue significativo, lo cual indica que los biofertilizantes tienen efecto al ser aplicados al algarrobo. Esto se corrobora con el poco tiempo (37 días) en el que permanecieron las plantas en la fase de vivero.

Palabras Claves: *Biodigestor, contaminación, efluente, Prosopis juliflora, algarrobo, biofertilizante, biol, bioabno.*

Abstract

*This investigation was developed in the Sinchal-Barcelona commune of the canton Santa Elena. It was considered an alternative, to use organic sources for the elaboration of liquid biofertilizer with the help of manures, to be applied in nursery phase to locust (*Prosopis juliflora*).*

The objective was to compare the effect of the biofertilizer, on agronomic parameters as plant height, number of leaves and mortality. The rehearsal was carried out under a DCA, with 8 treatments and 3 repetitions. In each treatment, weekly applications of biofertilizer were made (dose of 10, 30 and 70% concentration), besides an absolute control and a chemical control with urea.

For the elaboration of the biofertilizer it was used a biodigestor of stationary régime and it was carried out a physical-chemical analysis to the two months being 1,5% of N for the goat biofertilizer and 0,2% of N for the cow biofertilizante.

The Adeva, for the plant height and number of leaves variables was significant, that which indicates that the biofertilizer has effect when being applied to the algarrobo. This is corroborated with the little time (37 days) in the plants remained in the nursery phase.

1. Introducción

Históricamente las zonas ubicadas en la Cordillera Chongón Colonche, especialmente la comuna Sinchal-Barcelona comprendida en la parte baja de la cuenca del río Valdivia, ha sido explotada por el alto contenido de recursos naturales, principalmente el maderero.

El creciente aumento de la demanda regional de productos forestales, procedente en mayor escala por aquellas regiones que presentan carencia de estos recursos, como son los centros urbanos, sumado a la expansión de las áreas agrícolas, con énfasis en las actividades artesanales de paja toquilla en el caso de la comuna donde se realizará la investigación, vienen constituyendo una seria amenaza al medio ambiente, principalmente en relación a los recursos forestales.

Dentro de ese contexto, y con la creciente concientización de la importancia de los árboles en la estabilidad económico, social, ecológica y productiva de los bosques, se estimula la reproducción de algarrobo (*Prosopis juliflora* (SW). DC.) en fase de vivero, mediante la aplicación de biofertilizantes líquidos a base de estiércoles de vaca y chivo, para de esta manera propagarlos en zonas afectadas por la tala indiscriminada.

El éxito de utilizar biofertilizantes, se basa en el crecimiento que están teniendo y en las consecuencias positivas; que se manifiestan por el aumento de la diversidad biológica, mejoramiento de la estructura del suelo, seguridad para quien los aplica, además de un mejoramiento en las condiciones económicas y sociales de la población etc.

2. Revisión de literatura

2.1 El algarrobo (*Prosopis juliflora*)

2.1.1 Generalidades

Tiene efectos restauradores, principalmente mejora la fertilidad del suelo en barbechos, ya que fija gran cantidad de Nitrógeno. Gracias a la gran cantidad de hojarasca que produce, actúa como acolchado, protegiendo el suelo, además de incorporar gran cantidad de materia orgánica, logrando de esta manera controlar la erosión en suelos degradados (suelos químicamente degradados) [1,2,3].

Esta especie se ha empleado para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera, o para estabilizar bancos de arena, especialmente en arenas movedizas [1].

Proporciona refugio a la fauna silvestre, además de sombra y alimento a animales domésticos. En el ecosistema desértico, muchos organismos la prefieren como fuente de comida y de hábitat. Su influencia sobre la diversidad y abundancia de mamíferos y aves es importante [1].

Se utiliza también como barrera rompevientos [1]. En los países donde ha sido introducido ha sido establecido y aprovechado de plantaciones, mientras que a lo largo de su distribución natural tradicionalmente ha sido cosechado del bosque natural. En ocasiones, los finqueros conservan y manejan pequeños bosquetes naturales cerca de sus casas [4].

2.1.2 Fenología

2.1.2.1 Forma

Árbol o arbusto espinoso, rara vez inerme caducifolio, de 2 a 12 m (hasta 15 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho (DAP) que varía de 40 cm. a 80 cm., con fuste torcido [4,5]. Bajo condiciones favorables de suelo y humedad, tienen hábito arbóreo y en condiciones de aridez extrema, arbustivo [1].

2.1.2.2 Copa

Amplia y extendida, con 8 a 12 m de diámetro, a veces en forma de sombrilla. En árboles aislados, la copa es muy amplia, con ramas tocando el suelo en todas direcciones [4].

2.1.2.3 Tronco y Ramas

Tronco corto y torcido, monopódico o ramificado desde la base. Ramas jóvenes con espinas. Ramas terminales dispuestas en zigzag, con espinas rectas pareadas, de 15 a 45 mm de largo y nodales [1].

2.1.2.4 Hojas

Compuestas, alternas, bipinnadas, comúnmente con pocos pares de espinas opuestas [6], de 11 a 19 cm de largo; peciolo ensanchado en la base de 3 a 9 cm. de largo [1].; pinnas de 1-3 pares por hoja de 8 a 14 cm. de largo; folíolos 13 a 16 pares por hoja, 19 a 22 mm de largo [1]. Perennifolio, aunque presenta pequeños picos de senescencia de hojas en el mes de enero [5].

2.1.2.5 Flores

Inflorescencias dispuestas en racimos espigados, cilíndricos, 6 a 8 cm de largo, en las axilas de las hojas; cáliz pequeño, ancho campanulado, de 1.3 a 1.5 mm de largo; corola amarillenta, de 3 a 4 mm de largo, tiene 5 pétalos, libres, linear-elípticos [1]. La floración tiene una duración de seis meses y se presenta en el periodo de noviembre a abril [5].

2.1.2.6 Frutos

Vaina fibrosa e indehiscente, recta, linear, subcilíndrica, de 11 a 21 cm de largo por 0.8 a 12 mm de ancho, amarilla-violácea, con estrías rojas

longitudinales, articulaciones subcuadradas [1]. Semillas ovoides, duras, de 5-6mm de largo, color castaño, lisas y brillantes. Con mesocarpo carnoso; endocarpo dividido en compartimentos para una semilla, segmentos coriáceos a leñosos; contienen 10 – 20 semillas ovoides [4]. achatadas, con línea fisural en las facetas, duras y marrones [6].

La maduración del fruto tiene una duración de tres meses, de marzo a abril, en ese último se presenta la mayor cantidad de frutos maduros; su dispersión ocurre a finales de mayo [5].

2.2 Los biofertilizantes

También conocidos como “bioles” o “bioabonos”, son sustancias líquidas orgánicas que se obtienen mediante la fermentación de estiércoles, plantas y otros materiales orgánicos en medios líquidos (agua) y que algunas veces son enriquecidos con sales minerales naturales [7,8].

Los biofertilizantes son productos que están formados por organismos vivos o en estado de latencia (esporas), los mismos que liberan metabolitos que se componen de proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenoles, ésteres y ácidos, inclusive de acción fito-hormonal [8]. Éstos mejoran la nutrición de las plantas en los suelos y son capaces de realizar funciones como:

- Fijar Nitrógeno.
- Movilizar Fósforo.
- Potenciar la acción de algunos Nutrientes.
- Producir sustancias activas.

Los biofertilizantes son elaborados con diferentes tipos de microorganismos, que tienen efectos positivos sobre los procesos de descomposición y síntesis que ocurren en el suelo. Dichos microorganismos se colocan en medios de cultivo, para posteriormente adicionarles sustratos inertes, que aportan energía para su supervivencia y multiplicación [9]. Tal es el caso de los microorganismos eficientes.

2.2.1 Fases de la descomposición bacteriana sobre condiciones anaeróbicas

La descomposición bacteriana anaeróbica es afectada en 3 fases:

1. Fase de hidrólisis y fermentación: la materia orgánica es descompuesta y las bacterias liberan en el medio las llamadas enzimas extracelulares, quienes van a promover la hidrólisis de las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos y las transforman en moléculas menores solubles [10, 11].
2. Fase de acetogénesis y deshidrogenación: los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético, CO₂ e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas [11].
3. Fase metanogénica: Se produce un rápido consumo de oxígeno, del nitrato y del sulfato por los

microorganismos, produciéndose la metanogénesis. Las bacterias metanogénicas (producen metano como parte de su metabolismo energético) actúan sobre el hidrógeno o dióxido de carbono, transformándolos en gas metano (CH₄). En estas condiciones, el nitrato se transforma en amonio y el fósforo queda como fosfato. También se reducen los iones férrico y mangánico, debido a la ausencia de oxígeno (30).

La concentración de hidrógeno juega un papel fundamental en la regulación del flujo del carbono en la biodigestión. Los microorganismos que en forma secuencial intervienen en el proceso son:

- Bacterias hidrolíticas y fermentadoras.
- Bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno (sintróficas).
- Bacterias sulfato reductoras (sintróficas facultativas) consumidoras de hidrógeno.
- Bacterias homoacetogénicas.
- Bacterias metanogénicas.
- Bacterias desnitrificantes.

3. Metodología

3.1 Elaboración del biodigestor

Se utilizó el tipo de biodigestor de régimen estacionario o de Batch (Figura 1). Fue importante realizar las adecuaciones a la tapa del tanque, de tal manera que por ella salga una manguera conectada a una botella con agua, la misma que sirvió para la liberación de gases producidos en el proceso de fermentación.



Figura 1. Biodigestor de tipo estacionario o de Batch

3.2 Activación de los microorganismos eficientes

Previo a la elaboración de los biofertilizantes, se realizó la activación de los microorganismos eficientes (solución madre). Para este proceso se necesitó colocar 4 lts. de melaza, 4 lts. de EM y 20 lts de agua en un recipiente plástico tapado herméticamente durante 48 horas bajo sombra.

3.3 Biofertilizantes preparado a base estiércol de vaca y chivo

Para la elaboración de este biol se obtuvo el estiércol en el camal de Santa Elena, el mismo que provino del rumen del animal. En la de recolección se tuvo la precaución de recoger estiércol libre de excremento de otros animales, y desperdicios obtenidos luego del proceso de faenamiento. El estiércol de chivo necesario se recolectó en fincas de la comuna Prosperidad, donde existe la cría extensiva de ganado caprino.

Para elaborar los 2 biofertilizantes (de vaca y chivo) se colocaron 60 Kg de estiércol, luego de lo cual se adicionó 6 litros de melaza y 6 litros de microorganismos previamente activados. Una vez que se reunieron todos los materiales se agregó 80 litros de agua para el biofertilizante de vaca y 50 litros de agua para el biofertilizante de chivo.

Posteriormente se agitó constantemente la mezcla para fusionar los materiales y obtener una mezcla uniforme. Finalmente, se colocó la tapa, se selló herméticamente y se amarró la botella con agua junto al biodigestor.

Tanto para los biofertilizantes de vaca como chivo se realizaron análisis físico – químicos a los 2 meses.

3.4 Fase de Vivero

Antes de la construcción del vivero se tomó en cuenta la orientación del sol y la velocidad del viento. Las dimensiones del vivero fueron las siguientes: 20m x 9m (Figura 2).



Figura 2. Vivero de algarrobo.

En el sustrato se utilizó los siguientes componentes: materia orgánica (30%), tamo de arroz (30%), arcilla (20%), arena (10%) y ceniza de tamo de arroz.

Luego de la recolección, las semillas se mantuvieron al sol durante 1 semana para un buen secado. Posteriormente se sometieron a un proceso de escarificación que consistió en echar las semillas en agua hirviendo por 1 minuto, apagar la llama y dejarlas reposar por 48 horas.

Des del día en que se repicaron las plantas a las fundas se realizaron evaluaciones periódicas dos veces por semana para las variables altura de planta y número de hojas.

El día 9 después del trasplante se retiró la malla polisombra, debido a que esta especie demanda de luz para su desarrollo vegetativo.

3.5 Diseño estadístico

Para el desarrollo de esta investigación se planteó la siguiente hipótesis:

Ho: $\mu T1=\mu T2=\mu T3=\mu T4=\mu T5=\mu T6=\mu T7=\mu T8$
(todas la medias de los tratamientos son iguales)

Ha: $\neg Ho$ (al menos uno de las medias de los tratamientos es distinta de las otras)

La investigación se realizó mediante un diseño Completamente al Azar, con un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y un error de estimación $EE= 5\%$. El ensayo tuvo 8 tratamientos y 3 repeticiones.

Para el análisis de datos se utilizó la fórmula del área bajo la curva, la misma que hace una estimación del parámetro en el tiempo y ayuda a realizar una mejor comparación estadística de las medias.

$$AUDPC = \sum_{i=1}^n [Y_{i+1} + Y_i] / [T_{i+1} + T_i]$$

Donde:

Y: Observaciones.

T: tiempo (días) de observación.

n: número total de observaciones.

Debido a que los datos no cumplieron con la normalidad de las varianzas, se hicieron transformaciones a logaritmo natural (Ln).

Los tratamientos fueron los siguientes:

T1: control absoluto.

T2: control químico con urea: 2,5 gr/lit.

T3: aplicaciones semanales de biofertilizante a base de estiércol de vaca en concentración del 10%.

T4: aplicaciones semanales de biofertilizante a base de estiércol de vaca en concentración del 30%.

T5: aplicaciones semanales de biofertilizante a base de estiércol de vaca en concentración del 70%.

T6: aplicaciones semanales de biofertilizante a base de estiércol de chivo en concentración del 10%.

T7: aplicaciones semanales de biofertilizante a base de estiércol de chivo en concentración del 30%.

T8: aplicaciones semanales de biofertilizante a base de estiércol de chivo en concentración del 70%.

Variables evaluadas:

- Altura de planta: este parámetro se evaluó 2 veces por semana, desde la base hasta bifurcación del ápice terminal.
- Número de hojas: este parámetro se valoró dos veces por semana.
- Porcentaje de mortalidad: se valoró al final del ensayo.

Finalmente se realizó la prueba de separación de medias de tratamientos (Prueba de Tukey), considerada como honesta y muy usada en investigación. Se aplicó para comparar los tratamientos.

3. Resultados

3.1 Resultado de análisis físico-químicos de los biofertilizantes de vaca y chivo.

Los resultados de los análisis físico-químicos realizados a los biofertilizantes, se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis físico químico de los biofertilizantes de vaca y chivo

Parámetro	Unidad	Vaca	Chivo	
pH	u	4,9	6,2	
SDT	%	0,6	1,4	
CO		2,2	14	
MO		4,1	26	
N		0,2	1,5	
P		0,1	0,1	
Na		0,3	0,3	
K		0,2	1	
Ca		0,2	0,4	
Mg		ppm	0,1	0,2
Fe			52	208
Mn	7,2		14	
Cu	0,5		0,8	
Zn	6,3		4,3	
B	0,8		3,9	
S	338		944	

Al cabo de 1 y 2 días las bacterias metanogénicas comenzaron a generar biogás en los biodigestores con estiércol de vaca y chivo respectivamente, llegando a estabilizarse lentamente a medida que se descomponía la materia contenida y sobre todo porque los requerimientos nutricionales de los microorganismos anaeróbicos son especiales y su metabolismo es lento.

La cantidad de efluente (parte líquida más importante aplicada como fertilizante al algarrobo) que se obtuvo al final del proceso dependió mucho de la cantidad de sólidos sedimentables totales (son los que sirven de alimento a los microorganismos responsables de la biodigestión). Por lo tanto entre mayor fue la concentración de sólidos totales, mayor fue el contenido de nutrimentos en el efluente. Así esta investigación arroja valores de sólidos sedimentables totales de 1,4% para el biofertilizante de chivo y 0.6% para el biofertilizante de vaca.

Claramente los resultados arrojan que en porcentaje de N, el biol de chivo superó al biol de vaca, teniendo el primero 1.5 % y el segundo 0.2%

El valor de pH para los dos biofertilizantes, 6.2 (chivo) y 4.2 (vaca) se encuentran por debajo del rango óptimo del pH de 6.6 a [12], necesario para lograr una mayor eficiencia en la biodigestión.

3.2 Resultados de pruebas estadísticas

El análisis de ADEVA, para las variables evaluadas en el ensayo se se presenta a continuación:

Variable número de hojas

Luego de realizar los respectivos cálculos, el ADEVA dio los siguientes resultados:

Tabla 2. Adeva de variable número de hojas

F. de Variación	SC	GDL	CM	F	Sig.
Tratam	6,692	7	0,956	3,87	0,00
Error	169,152	685	0,247		
Total	175,844	692			

La significancia obtenida en la tabla del ADEVA, indica que existen diferencias estadísticamente significativas y que al menos una de las medias de los tratamientos es diferente.

Al hacer comparaciones con Tukey, entre los tratamientos se obtuvo lo siguiente:

Tabla 3. Prueba de Tukey para la variable número de hojas

# de hojas	N	Subconjunto para Alfa = .05	
		1	2
Vaca 30	83	1,693006638	
C. absoluto	88	1,787495446	1,787495446
C. químico	89	1,843606925	1,843606925
Chivo 10%	89	1,84951641	1,84951641
Vaca 70%	84		1,93409257
Chivo 30%	88		1,954055299
Chivo 70%	83		1,968819744
Vaca 10%	89		2,007775118
Sig.		0,434350459	0,070970738

Por otra parte se consideró cuál de los tratamientos es el mejor y del comportamiento que tiene cada uno de ellos, a partir de la figura 3.



Figura 3. Valores medios de la variable número de hojas con 2 rangos de significación según Tukey.

El gráfico demuestra claramente que existen 2 rangos de significación (grupos) y aunque hay diferencias entre los tratamientos, estos se comportan de manera estable.

Variable altura de planta

Después de analizar los datos de la variable altura de planta, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4. Adeva de variable altura de planta

F. de Variación	SC	GDL	CM	F	Sig.
Tratam	4,064	7	0,581	3,509	0,001
Error	113,33	685	0,165		
Total	117,39	692			

La tabla da un valor de significancia α : 0.001, lo cual indica que al menos una de las medias de los tratamientos es diferentes

Por otra parte la prueba de Tukey (Tabla 5), considerará cuál de los tratamientos es el mejor y del comportamiento que tiene cada uno de ellos (Figura 4).

Tabla 5. Prueba de Tukey para la variable número de hojas

Altura de planta	N	Subconjunto para $\alpha = .05$	
		1	2
Vaca 30%	83	2,031	
C. absoluto	88	2,0922	2,0922
Chivo 10%	89	2,1623	2,1623
C. químico	89	2,179	2,179
Vaca 70%	84		2,2235
Chivo 70%	83		2,2333
Vaca 10%	89		2,2473
Chivo 30%	88		2,2703
Sig.		0,247	0,078

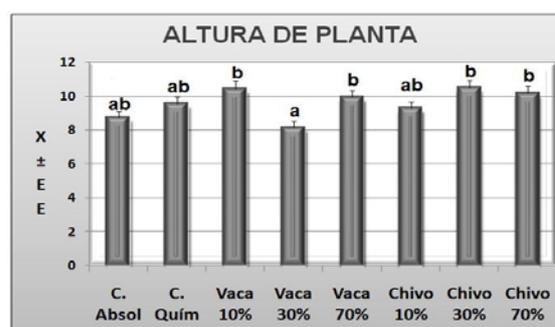


Figura 4. Valores medios de la variable altura de planta con 2 rangos de significación según Tukey

Variable Mortalidad

Para la variable mortalidad existen diferencias estadísticamente significativas y al menos una de las medias de los tratamientos es diferente. La figura 5 presenta la tendencia que tuvo en cada una de las evaluaciones en el transcurso del ensayo.

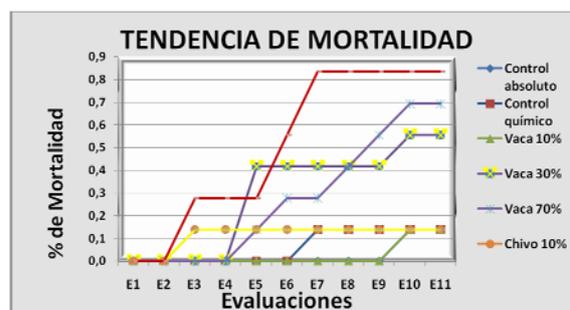


Figura 5. Tendencia de mortalidad de algarrobo por día de evaluación.

Así mismo luego del análisis de los datos obtenidos, se determinó el porcentaje de mortalidad para cada tratamiento:

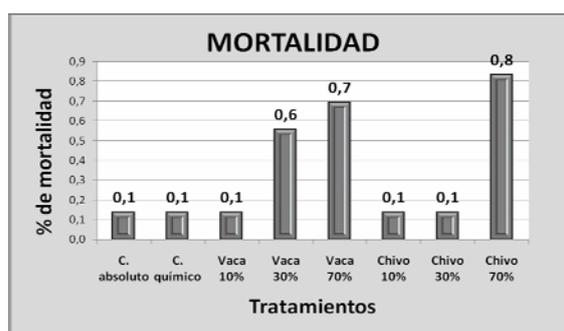


Figura 6. Porcentaje de mortalidad de algarrobo en fase de vivero

4. Conclusiones

- Se encontró diferencias estadísticas significativas en el ADEVA para las variables altura de planta, número de hojas y mortalidad, lo cual indica que los fertilizantes al ser aplicados en diferentes dosis a algarrobo

en fase de vivero, provoca respuestas favorables.

- El mejor tratamiento registrado en promedio fue el tratamiento 7 (Chivo al 30%), seguido del tratamiento 3 (vaca al 10%). Por otro lado el tratamiento que registró los promedios más bajos en el ensayo fue el tratamiento 4 (vaca al 30%), seguido por el tratamiento 8 (chivo al 70%).
- La variable mortalidad no registró porcentajes mayores al 1% en ninguno de sus tratamientos.
- Se determinó los porcentajes de N contenidos en los biofertilizantes de vaca y chivo, los cuales tienen 0.2% y 1.5 % respectivamente.
- Gracias a la aplicación de los biofertilizantes, el tiempo de permanencia de las plántulas en fase de vivero disminuyó considerablemente de un promedio de 4 meses (bajo un manejo convencional) a 37 días solamente.

[9].Fregosol M., Ferrera R., Etchevers J., Alcántar G., Santos J., Gómez L., Pereyda G. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. México.

[10].Mandujano M. 1981. Biogas: Energía y fertilizantes a partir de desechos orgánicos. Manual para el promotor de la tecnología. Organización Latinoamericana de Energía. Cuernavaca, Morelos, México.

[11].FAO. 1995. Biodigestor de plástico de flujo continuo, generador de gas y bioabono a partir de aguas servidas. CIPAV Fundación Centro para Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Guatemala, Guatemala.

[12] McCarty, P. 1964. Anaerobic waste treatment fundamentals. Part 1. Chemistry and microbiology. Public Works 95:123-126.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Anónimo. 1825. *Prosopis juliflora*. Publicado en: *Prodromus Systematis Naturalis Regni Vegetabilis 2*: 447. (en línea). Consultado el 7 de Septiembre de Abril del 2008. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/46-legum44m.pdf.

[2]. Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C., Molina, E. 1994. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca. Colombia

[3].Ladrach, W. sf. Técnicas Para el Establecimiento de Plantaciones Forestales en la América Tropical. Universidad Estatal de Carolina del Norte. (en línea). Consultado el 12 de Abril del 2008. Disponible en http://www.rngr.net/Publications/tpn/43/43_4_133_141.pdf/file.

[4] Garibaldi, C., 2000. *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. In Vozzo JA (Ed.) Tropical Tree Seed Manual. USDA Forest Service.

[5]. Batis, A.I., M.I. Alcocer, M. Gual, C. Sánchez y C. Vázquez-Yanes. 1999. Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. Instituto de Ecología, UNAM - CONABIO. México, D.F.

[6].10. Burkart, A.A. 1976b Monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). *Journal of the Arnold Arboretum*, 57(3): 219-249.

[7].Anónimo. s.f. Boletín informativo amigo productor, produzca su propio abono foliar de alta calidad y a bajo costo. Gobierno Regional Amazonas, Gerencia Regional de Desarrollo Económico. Perú.

[8].Barros, M. Da Silva, J. 2006. Biofertilizantes líquidos y sustentabilidad agrícola. Bahía Agrícola. Brasil.