

Tema: Caracterización Morfométrica de cuatro ecotipos de piñon (*Jatropha curcas*), asociado con teca (*Tectona grandis*)

M. Muñoz, E. Jiménez
Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 Vía Perimetral
Apartado 09-01-5863, Guayaquil, Ecuador
mamm35700@hotmail.com, ejimenez@espol.edu.ec

Resumen

Debido a la gran importancia económica y ecológica que está teniendo *Jatropha curcas*. a nivel mundial, como base para la producción de biodiesel y el poco desarrollo de su cultivo a gran escala en el país, resulta primordial estudiar los mejores ecotipos y los más productivos. El presente proyecto estudió las características morfométricas de cuatro ecotipos, de *J. curcas*, Santa Elena, Manabí, Imbabura y Loja y tiene como objetivo evaluar las variables; altura de la planta, diámetro de tallo, número de hojas y supervivencia, para determinar el mejor ecotipo bajo las condiciones agroecológicas del área experimental en el Bosque Seco Tropical de la provincia del Guayas. Se procedió a sembrar las semillas de los diferentes ecotipos bajo condiciones de vivero, donde se registró el porcentaje de germinación, luego las plántulas se llevaron a campo definitivo, donde se registraron los datos de las variables; para evaluar el desarrollo de los ecotipos asociados a un sistema agroforestal con teca. Para validar la investigación se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos, adicionalmente se identificó la entomofauna que presentó el cultivo durante el tiempo de estudio.

Palabras claves: *Jatropha curcas*, ecotipo (procedencia de *Jatropha c.*), características morfométricas

Abstract

Due to the great economic and ecological importance of Jatropha curcas.that is having worldwide, like base for the production of biodiesel and little develop of these culture on a large scale in the country, is important to study the best ecotypes and the most productive. The present project studied morphometrics characteristics of four ecotypes, of Jatropha curcas, Santa Elena , Manabí, Imbabura and Loja and it had as aim evaluate the variables; height of the plant, diameter of stem, number of leaves and survival, to determine the best one under agro ecological conditions of the experimental area in the Dry Tropical Forest of the province of Guayas. There were proceeded to sow the seeds of different ecotypes low nursery conditions, there were registered the germination percentage, then the plantlest was taken to definitive field, where were registered the data of the variables, to evaluate the development of the ecotypes associated to an agro forestall system with teak. To validate the investigation was used a totally at random blocks design, with four repetitions and four treatments, additionally was identified the entomological fauna in the cultivation during the time of study.

Key words: *Jatropha curcas*, ecotypes (origin of *Jatropha c.*), characteristic morphometrics.

1. Introducción

Cada año en todo el mundo aumenta la demanda de combustible líquido, y las reservas naturales tienden a ser más limitadas por lo que se presume que dentro de unos 35 a 40 años este se haya agotado y debido a este hecho innegable, va tomando mayor fuerza la producción de biodiesel a base de aceite vegetal, recalcando también el efecto positivo que causa al Medio Ambiente al reducir el efecto del calentamiento global [1].

J. curcas. considerado como el cultivo agroenergético del futuro ofrece, una gran variedad de usos y oportunidades de importancia económica, ecológica y agrícola que han permanecido descuidados y apenas se han explotado, sin olvidar sus propiedades medicinales tanto en hojas, tallos y látex [2]. Ecuador es un país megadiverso, que alberga una infinidad de plantas autóctonas escasamente estudiadas, una de ellas es *J. curcas*, comúnmente llamado piñon, esta planta es un miembro de la familia de las Euphorbiaceae. Se encuentra en las provincias del Guayas, Manabí, Los Ríos, Imbabura, Loja, Santa Elena, Esmeraldas, en la actualidad no es tratado como cultivo pero hay interés de instituciones como INIAP, EPN, IICA Y DED que tienen propuestas de desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento del piñon como fuente de biocombustibles en tierras marginadas secas del Litoral Ecuatoriano [3].

Se ha reportado asociaciones de forestales con *J. curcas*, como por ejemplo con *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Dalbergia sissoo*, *Azadirachta indica*, *Embllica officinalis*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Moringa oleifera* [4]

2. Objetivos

Objetivo General:

Evaluar las variables morfométricas de cuatro ecotipos de *J. curcas* procedentes del Ecuador, bajo las condiciones agroecológicas del Bosque Seco Tropical en la provincia del Guayas, Ecuador.

Objetivos Específicos:

- Determinar el mejor ecotipo según los resultados de las variables morfométricas, bajo las condiciones agroecológicas del área experimental.
- Establecer el efecto generado por la sombra de *T. grandis*, en el desarrollo de *J. curcas*.
- Registrar la entomofauna y enfermedades que presente en cultivo.

3. Características generales de la planta (*Jatropha curcas*)

Es un árbol pequeño, que puede alcanzar alturas superiores a los 5 metros, es una especie resistente a la sequía y que esta cultivada extensamente en los trópicos como cerca viva, sin embargo sus semillas son tóxicas para humanos y muchas animales [5].

3.1. Morfología.

Su tallo es un cilíndrico, verde y robusto que produce ramas con savia láctea; las hojas se forman normalmente con 5 a 7 lóbulos acuminados poco profundos y grandes, se colocan de forma alterna a subalterno opuestos y se caen durante la época seca; las inflorescencias se forman en la parte terminal de las ramas; los frutos son cápsulas de 2.5 a 4 centímetros de largo por 2 centímetros de ancho, inicialmente verdes pero volviéndose a café oscuro o negro cuando maduran.; la fruta produce tres almendras negras, cada una aproximadamente de 2 centímetro de largo y 1 centímetro en el diámetro [5].

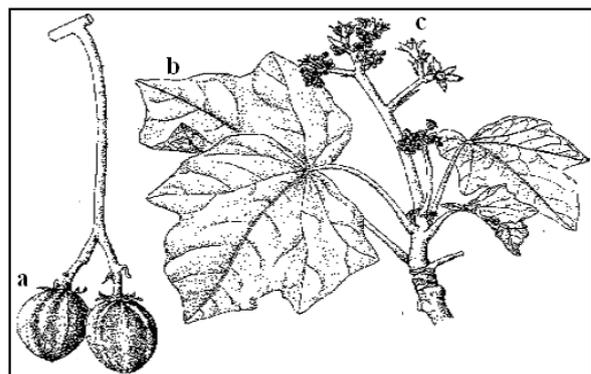


Figura 1. Fruto (a), Hojas (b), inflorescencia (c).

El aceite de las semillas en dosis elevadas produce alteraciones en el tracto gastrointestinal y puede causar la muerte, la corteza, hojas, fruto, raíces contienen cianuro. Las semillas tienen el alcaloide curcina, aunque el tostado de las semillas elimina los efectos perjudiciales [6]. El porcentaje de aceite en las semillas es de 30,5% [7]

J. curcas. crece casi en cualquier parte, incluso en las tierras cascajosas, arenosas y salinas, puede crecer en la tierra pedregosa más pobre, inclusive puede crecer en las hendiduras de piedras. La materia orgánica de las hojas mejora la fertilidad de la tierra. Climáticamente, la *J. curcas*. se encuentra en los trópicos y subtropicos, le gusta el calor aunque también las más bajas temperaturas y puede resistir una escarcha ligera. Su requisito de agua es sumamente bajo y puede resistir períodos largos de sequedad por el derramamiento de la mayoría de sus

hojas para reducir la pérdida durante la transpiración [5].

3.2. Cultivo.

J. curcas. puede ser asociado con cultivos de ciclo corto; como tomate, pimiento, sandía, zapallo entre otros entonces se utilizan densidades de siembra como por ejemplo: 4x3, 4x4, 5x2, 5x3, 5x4, 5x5, asociados [8].

En cuanto a podas, aún no se ha determinado exactamente cual es la forma y tiempo de poda más eficaz pero se hacen podas de formación al segundo año y de fructificación desde el tercer año en adelante [9].

En nuestro país aún se esta investigando tipos de podas y se han registrado las siguientes:

- 1.- Despunte cuando la planta tiene cincuenta centímetros.
- 2.- Poda de 2/3 de rama, cuando la planta tiene un metro.
- 3.- Poda de 1/3 de rama, cuando la planta tiene un metro cincuenta centímetros, es recomendable podar antes de las lluvias para evitar problemas de enfermedades [10].

El piñón se puede propagar tanto asexualmente por partes vegetativas, como también de forma sexual [11]. Otra opción para reproducción es el cultivo de tejidos para la propagación rápida y mejoramiento genético en genotipos seleccionados de *J. curcas*, resulta altamente deseable. Esto permite proveer rápidamente material para nuevas plantaciones, considerando genotipos seleccionados de acuerdo a sus propiedades como productividad, resistencia etc. [12].

4. Beneficios de *Jatropha curcas*

El piñón es una planta amigable con la naturaleza, la cual presenta algunas bondades medicinales, también es bastante reconocida por la extracción de aceite de sus semillas, para la elaboración de biodiesel y jabón, un impacto positivo al medio ambiente es la captura de carbono, otro beneficio es el uso de la torta de piñón como abono para diferentes cultivos y alimento para animales. [14]. Un beneficio del aceite de piñón es que puede ser utilizado directamente como combustible, no así otros aceites vegetales derivados de cultivos como soya, higuera y algodón, que necesariamente tienen que ser transformados a combustibles para poder ser utilizados, esto es debido a que estos tipos de aceites tienen un contenido elevado de ácidos poliinsaturados y otros compuestos químicos que

representan problemas de combustión en los motores [13].

5. Biodiesel de *Jatropha curcas*.

Beneficios del uso de Biodiesel extraído *J. curcas*.

- Generación de empleo.
- Beneficios para inversionistas y productores.
- Productores en comunidades rurales aseguran ingreso adicional duradero.
- Se evita la utilización de alimentos para elaboración de biocombustibles.
- Se participa en programas y mecanismos relacionados con energía limpia.
- Promoción de la sustentabilidad en el medio rural.
- Se evita la desertificación, la deforestación y degradación en los suelos.
- Se favorece la biodiversidad y conservación ecológica en zonas marginales.
- Reducción en el uso de energía fósil primaria.
- El CO₂ liberado en la combustión se fija por la planta en su crecimiento [14].

6. Materiales y Métodos.

6.1. Localización del proyecto

El área experimental se encuentra en Guayaquil, predios de ESPOL, se localiza en las siguientes coordenadas, 2°8'42" Sur, 79°58'15" Oeste; parte del Bosque seco tropical.

Tabla 1. Datos agrometeorológicos durante el tiempo de estudio.

Mes	Humedad (%)	Temp. (°C)	Precip. (mm.)
Feb	85	25	494,4
Mar	84	25,8	657,7
Abr	75	27	173
May	77	25	5,5
Jun	77	25	1
Jul	77	24	0,1
Ago	78	24	0,9
Prom.	79	25	Total :1332,6

Fuente: Estación Meteorológica ESPOL (2008)

Las procedencias de los cuatro ecotipos (Manabí, Imbabura, Loja, Santa Elena); presentan características bioclimáticas similares, de temperatura precipitación y zona de vida pero no así de altitud [15]. Por eso se hace interesante el estudio del comportamiento de los cuatro ecotipos en una misma área experimental, que a su vez presenta condiciones bioclimáticas muy favorables para el buen desarrollo de los ecotipos.

6.2. Materiales.

En desarrollo del proyecto se usaron herramientas de uso común en campo, para labores se siembra, hoyado, transplante y deshierbe.

En fase de vivero se utilizaron las semillas recolectadas de los cuatro ecotipos, sustrato, fundas de polietileno, fungicida, saram, cañas.

En fase de campo se instalo un sencillo sistema de riego. Para obtener la altura de las plantas en el ensayo, se uso una regla y para medir el diámetro del tallo se uso un nonio.

6.3. Metodología.

Para el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Elaboración de un programa de trabajo.
- Recolección de semillas de los ecotipos.
- Definición del diseño experimental del proyecto (DBCA).
- Siembra (fase de vivero)
- Transplante (fase de campo)
- Recolección de datos de las variables, una vez por semana.
- Identificación de plagas y enfermedades durante el tiempo del ensayo.
- Cuantificación de daño de plagas a través de una escala de defoliación y la formula de Townsend & Heuberger.

6.4. Diseño experimental.

Se trabajo en campo, bajo condiciones no controladas, por esta razón para el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con un nivel de significancia $\alpha=0.05$ y un error de estimación $EE=5\%$.

Se realizo la prueba de Kruskal Wallis, prueba no paramétrica que nos ayudó a analizar las siguientes variables:

- Altura.- se utilizó una regla y fue tomada desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja más tierna.

- Diámetro de tallo.- se tomo a la altura de la huella de los cotiledones.
- Numero de hojas.

Se planteo la siguiente hipótesis:

H. Nula: Los cuatro ecotipos de *J. curcas* presentan iguales resultados morfométricos bajo las condiciones agroecológicas del área experimental.

Ho: $\mu_{T1}=\mu_{T2}=\mu_{T3}=\mu_{T4}$

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

Los tratamientos, fueron los ecotipos; T1= Imbabura (I); T2= Manabí (M); T3= Loja (L); T4= Santa Elena (S).

6.5. Fase de vivero y campo.

Para la siembra se utilizaron semillas seleccionadas, sanas y con un buen tamaño Para el semillero se utilizo un área, con sombra artificial, delimitada con malla metálica para evitar la entrada de animales.

El sustrato estaba compuesto por tierra de compost 50% y guano 50%, registrando un pH de 3.5 y 100% de humedad. Se llenaron fundas de polietileno con sustrato, fueron ordenadas en hileras.

El transplante a campo se hizo a los 55 días, humedeciendo previamente las plántulas para que no sufrieran estrés. Con anticipación, en campo se hicieron hoyos de 30 cm. de profundidad para dar lugar al transplante. Semanalmente se suministro un promedio de 14 litros de agua por planta y se registro los datos de las variables en estudio. Se identifico la entomofauna que se presento en el cultivo.

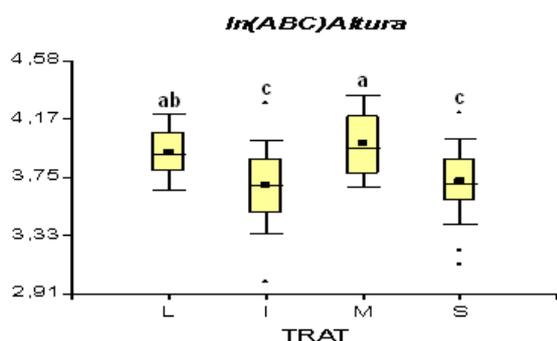
La densidad de siembra de *J. curcas* fue de 2m. x 4m, se utiliza esta densidad debido a que el cultivo de piñón esta asociado con una plantación de teca que tiene una densidad de siembra de 4m.x 4 m.

7. Resultados.

7.1. Análisis de variables.

1. Resultados para la variable altura:

En los resultados para esta variable el tratamiento o ecotipo M (Manabí) obtuvo los mejores resultados, sin embargo el tratamiento L (Loja) es estadísticamente igual al tratamiento M. El tratamiento S (Santa Elena) es estadísticamente igual al tratamiento I (Imbabura), pero diferente a los tratamientos M y L.

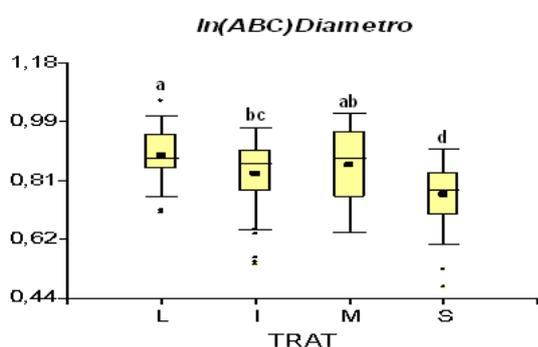


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura 2. Gráfico de cajas para la variable altura, por tratamiento.

2. Resultados para la variable diámetro:

Para la variable diámetro, el tratamiento L, registra los valores mayores sin embargo es estadísticamente igual al tratamiento M, así mismo el tratamiento I es igual al tratamiento M, mientras que el tratamiento S es diferente al resto de los tratamientos.

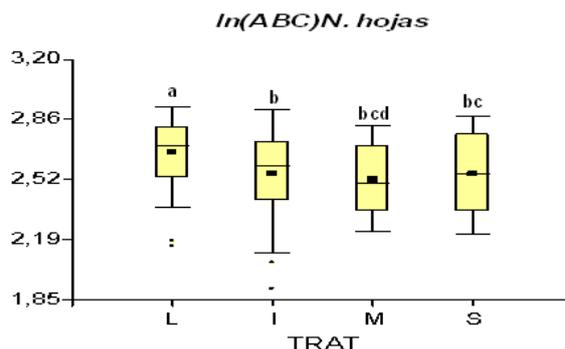


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura 3. Gráfico de cajas para la variable diámetro por tratamiento.

3. Resultados para la variable número de hojas:

El tratamiento L presenta los valores mas altos y es significativamente distinto a los tratamientos S, I y M. El tratamiento M es estadísticamente igual a los tratamientos I y S.



Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura 4. Gráfico de cajas para la variable número de hoja, por tratamiento.

7. 2. Porcentaje de Germinación.

El general el porcentaje de germinación para todos los ecotipos fue bastante bueno.

Tabla 2. Porcentaje de germinación de ecotipos

Ecotipos	% Germinación
S	95
I	80
M	97,5
L	90

7.3. Porcentaje de prendimiento

Comúnmente *J. curcas* no tiene problemas en el transplante ya que es una planta fuerte que resiste condiciones adversas.

Tabla 3. Porcentaje de prendimiento en campo por ecotipo.

Ecotipo	% Prendimiento
Sta. Elena, Sinchal - Barcelona.	100
Imbabura - Ambuqui	100
Manabí - Charapoto	100
Loja-Catamayo	100

7.4. Entomofauna.

En la fase de vivero no se presentaron problemas relevantes de plagas, hubo una leve presencia de hormigas arrieras, *Atta* sp., las cuales cortan la base de los tallos de las plántulas, y para controlar este ataque se utilizó Atamix. En fase de campo se encontraron diferentes insectos que afectaron el desarrollo de las plantas.

El saltamonte de la Familia, Tettigonidae; de color verde come rápidamente los brotes tiernos y hojas jóvenes de las plantas, causando un efecto negativo en el desarrollo de las mismas, y reduciendo el porcentaje de fotosíntesis. En las hojas dejan pequeños cortes transversales a lo largo de las nervaduras

La Mariquita, *Neolema* spp; con su aparato masticador afecta a las flores, defolia las hojas jóvenes, en grandes poblaciones podría ser una amenaza.

Los loritos verdes *Empoasca* spp, comúnmente se encuentran en pequeños grupos en el haz de las hojas, no causaron daños de importancia.

El chinche *Zelus* spp, generalmente se encontraban en el haz de las hojas, no se reportó daños en las plantas de piñon y comúnmente se los conoce como depredadores [16].

La presencia de ácaros comenzó cuando estuvo bien establecida la época seca, se encuentran en el envés de las hojas jóvenes, los cuales raspan o succionan alimento de las hojas, produciendo un acolchamiento, afectando a la fotosíntesis.

Se presentaron escamas, en el haz y envés de las hojas, tallo y vainas foliares, succionando la savia, produciendo decoloración en las hojas, tornándolas amarillas. También se encontraron abejas y avispa, que son benéficos.

7.4.1. Porcentaje Ponderado de Defoliación por ecotipo.

Tabla 4. Resultados de P.P.D.

Ecotipo	PPD (%)
Loja	7
Imbabura	8,2
Manabí	8,5
Sta. Elena	9,5

Se hizo una evaluación del daño causado por insectos defoliadores, a través de una escala de defoliación y la fórmula de Townsend & Heuberger.

7.5. Enfermedades

La presencia de *Oidium* sp. se caracterizó por la aparición de un polvillo blanquecino, mayormente en el tercio superior de las plantas, principalmente en las hojas, pecíolos y, en el tallo se presentó con lesiones de color café.

La *Cercospora* sp. afectó principalmente al follaje, se presenta con manchas de forma semicircular que generalmente comienzan por los bordes, de afuera hacia adentro y manchas pequeñas tipo mosaico, las hojas más afectadas se tornan amarillas y se secan.

7.6. Influencia de la sombra de *T. grandis* en cultivo de piñon.

La sombra de la teca afectó a las variables de altura, diámetro de tallo y número de hojas, viéndose una diferencia de las plantas que no recibieron sombra.

8. Conclusiones y Recomendaciones.

8.1. Conclusiones.

1. Se encontraron diferencias estadísticas para las variables de altura, diámetro y número de hojas, para los tratamientos estudiados.
2. El ecotipo M registró los mejores resultados para la variable altura, sin embargo el ecotipo L es significativamente igual al ecotipo M, mientras que los ecotipos I y S que son iguales.
3. Para la variable diámetro, el ecotipo L tuvo los mejores resultados, y estadísticamente es igual al ecotipo M, seguido del ecotipo I y en último lugar el ecotipo S.
4. Para la variable número de hojas, los mejores resultados fueron del ecotipo L, seguido de los ecotipos I, S y M, que son estadísticamente iguales.
5. Al analizar todas las variables morfométricas y de adaptabilidad, el mejor ecotipo es el L, debido a que en el análisis estadístico de las tres variables se obtienen los mejores resultados y añadiendo a esto, fue el primer tratamiento que presentó floración a los cinco meses y medio.
6. El porcentaje de germinación fue superior al 80% y el porcentaje de prendimiento fue del 100% para todos los ecotipos.

8.2. Recomendaciones.

1. Tener listas las plantas en fase vivero antes que el invierno comience para aprovechar el agua de lluvia en el trasplante a campo.

2. Evitar hacer el vivero en invierno dejando las plantas a campo abierto y con agua de lluvia, ya que reduce el porcentaje de germinación.
3. El trasplante a campo es recomendable hacerlo a los dos meses después de la siembra ya que las plantas de piñon tienen un índice de crecimiento rápido.
4. Si se hace el vivero en invierno, realizarlo bajo sombra solo hasta que se complete la germinación y luego suprimirla para que las plantas puedan desarrollar de igual manera el área foliar así como el área radicular y así alcanzar el vigor necesario para el momento de trasplante.
5. Estar atento al ataque de plagas, para hacer la respectiva aplicación de insecticidas, especialmente en la etapa de la floración ya que reduce la producción de frutos.
6. El piñon es una buena opción para reforestación en zonas con bajas precipitaciones, causando un impacto positivo en el campo ambiental, ecológico y económico ya que se puede aprovechar cada una de sus partes vegetativas.
7. Sería preferible asociar el piñon con cultivos que no le den mucha sombra.

9. Agradecimientos.

Gracias a Dios primeramente, mis Padres y hermanas, director de tesis y amigos.

10. Referencias Bibliográficas.

- [1] Gustav Rubió, 2005, Los Biocombustibles: situación actual, análisis y perspectivas de la producción en MERCOSUR y del comercio con la UE, Estudio realizado durante una estadía profesional en la FAO. (En línea). Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en www.fao.org/sd/dim_en2/bioenergy/docs/working1_es.doc
- [2] BioDieselSpain, Primera Conferencia sobre *Jatropha curcas*. Consultado el 30 de Abril del 2008. Disponible en <http://biodieselspain.com/foro/viewtopic.php?p=1506>
- [3] Matthaues Hoffmann, 2007 Biocombustibles y el desarrollo comunitario y agrícola: experiencias de la región, Servicio Alemán de cooperación social y técnica, presentación. (En línea). Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en www.ceda.org.ec/descargas/ForoBio/MESA%20REDONDA/Matthaeus%20Hofmann.pdf
- [4] *Jatropha inter-cropping technology* (En línea). Consultado el 30 de Abril del 2008. Disponible en www.jatrophaworld.org
- [5] OCTAGON S.A. Biocombustibles, 2006. *Jatropha curcas* su expansión agrícola para la producción de aceites vegetales con fines de comercialización energética. (En línea). Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=OCTAGON+S.A.+Biocombustibles&btnG=Buscar+con+Google&meta=>
- [6] OFI-CATIE. s/f. *Jatropha curcas*. (En línea). Consultado el 30 de Mayo del 2008. Disponible en www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/jatropha_curcas.htm
- [7] Proaño O.. Presentación Power Point: Análisis del aceite de piñon para la elaboración de biodiesel, 2008, Departamento de Ingeniería Química, Escuela Politécnica Nacional.
- [8] Togola Ibrahim, Malifolkecenter. Biocombustibles en el África: aceite vegetal puro y biodiesel - perspectivas y desafíos. Biofuel development Ecuador *Jatropha case*, April 2008, Taller de intercambio de experiencias Ecuador – Mali sobre manejo de piñon como biocombustible. Disponible en www.malifolkecenter.org
- [9] Mejia F. Cultivo de *Jatropha curcas* s y construcción de una planta de biodiesel en San Esteban, Olancho, Honduras, Inversiones San Martín, 2006, (En línea). Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=Federico+Mejia.%2C+Cultivo+de+jatropha+curcas+s+y+construcci%C3%B3n+de+una+planta+de+biodiesel+en+San+Esteban&btnG=Buscar&meta=>
- [10] Mendoza H., INIAP. Desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento del piñon (*Jatropha curcas*) como fuente de biocombustibles en tierras marginales secas del litoral ecuatoriano, 2008. Taller de intercambio de experiencias Ecuador – Mali sobre manejo de piñon como biocombustible, Manta-Ecuador.
- [11] OCTAGON S.A. Biocombustibles Guatemala, 2007. Creación de vivero para la producción de plantas de *Jatropha curcas* L. a nivel regional. Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en <http://www.google.com.ec/search?hl=es&q=OCTAGON+S.A.+Biocombustibles&btnG=Buscar+comb+Google&meta=>
- [12] López D. Cultivo in vitro de *Jatropha curcas*, L. (Euphorbiaceae). Resultados preliminares y

estrategias futuras. Consultado el 5 de enero del 2009.
Disponible:
<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar21/HTML/articulo03.htm>

[13] ERGAL Energía renovable para Galápagos. Sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles en la generación de energía eléctrica en la Isla Floreana. Estudio de factibilidad. Quito, Abril 2008.

[14] Jorge Alejandro De la Vega Lozano, s/f Jatropha curcas, Agro-energía y Agro-proyectos, México. (En línea). Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en <http://j.delavegal.googlepages.com/agroenergy>

[15] Cañadas Cruz Luís, El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG – PRONAREG, 1983, Quito – Ecuador.

[16] Mendoza J. CINCAE. Guía para el reconocimiento y manejo de insectos plagas y roedores de la caña de azúcar, en el Ecuador, 2004. Publicación técnica No. 2, El Triunfo Ecuador.