

Tema: Caracterización Morfométrica de cinco ecotipos de higuierilla (*Ricinus communis*) en la ESPOL “Campus Gustavo Galindo”

D. Leal, 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
lealda83@hotmail.com, ejimenez@espol.edu.ec

Resumen

Debido a la gran importancia económica y ecológica que está teniendo *Ricinus communis*, 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 en los diferentes ecosistemas del Ecuador. El presente proyecto estudió las características morfométricas de cinco ecotipos, de *R. communis*, Guayas (Samborondón), Manabí (Jipijapa y Manta), Imbabura (Ambuqui) y Loja (Quinara) 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 en el Bosque Seco Tropical de la provincia del Guayas. Se procedió a sembrar semillas de los diferentes ecotipos, donde se registraron los datos de germinación y de las variables antes descritas. Para validar la investigación se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones y cinco tratamientos, adicionalmente se tomaron datos de la floración y de la producción de las semillas que presentó el cultivo durante el tiempo de estudio, después del análisis de los Resultados el mejor Ecotipo fue Manabí (Manta).

Palabras claves: *Ricinus communis*, ecotipo (procedencia de *Ricinus c.*), características morfométricas

Abstract

Due to the great economic and ecological importance of Ricinus communis, 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 in different ecosystems of Ecuador. The present project studied morphometrics characteristics of five ecotypes, of ricinus communis, Guayas (Samborondón), Manabí (Jipijapa y Manta), Imbabura (Ambuqui) y Loja (Quinara) 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 in the Dry Tropical Forest of the province of Guayas. There were proceeded to sow seeds of different ecotypes, where were registered the data the germination and the variable described above. To validate the investigation was used a totally at random blocks design, with three repetitions and five treatments, additionally was take the data of the flowering and the production of the seeds in the cultivation during the time of study, after the analysis of the results was the best ecotype Manabí (Manta).

Key words: *Ricinus communis*, ecotypes (origin of *Ricinus c.*), characteristic morphometrics.

1. Introducción

Cada año en todo el mundo aumenta la demanda de combustible fósil, 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]

El presente proyecto estudió las características morfológicas de cinco ecotipos, de *R. communis*, Guayas (Samborondón), Manabí (Manta), Manabí (Jipijapa), Imbabura (Ambuquí) y Loja (Quinara) 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 en forma directa en el área experimental, donde se registró el porcentaje de germinación y los datos de las variables; Para validar la investigación se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones y cinco tratamientos, adicionalmente se tomaron datos de la productividad así como las características de las semillas obtenidas en la cosecha de cada ecotipo.

2. Objetivos

Objetivo General:

Evaluar las variables morfológicas de los cinco ecotipos de *R. communis* procedentes del Ecuador, bajo las condiciones agroecológicas del Bosque Seco Tropical en la provincia del Guayas.

Objetivos Específicos:

- Determinar el mejor ecotipo según los resultados de las variables morfológicas, bajo las condiciones agroecológicas del área experimental.
- Determinar si la característica peso de semillas se mantiene, y si hay homogeneidad del peso de semillas bajo las condiciones agroecológicas del área experimental.

3. Características generales de la planta (*Ricinus communis*)

El ricino es una planta herbácea en los países de clima templado, arborescente, y hasta de 8-10 m de altura en los intertropicales y subtropicales. En condiciones climáticas favorables, con un alto grado de humedad

ambiental y calor adecuado (en el trópico), puede alcanzar varios metros de altura, así en estado silvestre es un árbol que alcanza los 10 metros de altura. [2]

3.1. Morfología.

Los tallos son erectos, lampiños, ramificados y rojizos, sin látex. Las hojas son alternas, grandes, pecioladas, en forma de palma, con cierto brillo en el haz, mate en el envés, provista de espiculas caducas, lóbulos lanceolados y márgenes dentados. Miden hasta 50 cm. de longitud. Pecíolo de hasta 20 cm. de longitud. [2]

Las flores aparecen dentro de la capsula floral, donde se alternan masculinas en su base y flores femeninas en la parte superior de dicha capsula. El fruto es una capsula dehiscente de tres valvas, ovoide, de 1-2 cm. de diámetro, con la superficie cubierta de espinas color rojo antes de la maduración. Contiene 3 semillas elipsoides grandes y brillantes, de color pardo rojizo, con manchas, de las que se extrae el aceite de ricino. [2]

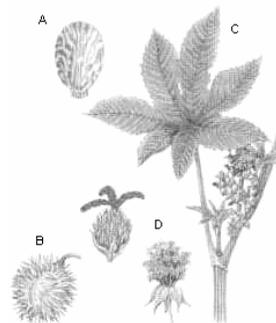


Figura 1. Semilla (a), Fruto (b), Hoja (c), flor (d). [7]

La semilla contiene toxinas que son ricina (albúmica) y la ricenina (alcaloide) las cuales quedan en el bagazo o torta que sobra en la extracción del aceite. [3]

3.2. Cultivo.

R. communis. Puede ser asociado con cultivos de ciclo corto; como maíz, ajonjolí, sandía, frijol entre otros entonces se utilizan densidades de siembra como por ejemplo: 3x2, 3.5x2.5 asociados [4]

La época adecuada de siembra es un factor fundamental. Cuando la humedad y/o temperatura no satisfacen los requerimientos del cultivo, pueden ocurrir pérdidas importantes, como por ejemplo, pudrición de la inflorescencia de hasta el 60% por exceso de humedad. En zonas de baja precipitación es necesario sembrar después de las primeras lluvias, mientras que en zonas con lluvias fuertes y

prolongadas, la siembra debe efectuarse calculando que la cosecha coincida con tiempo seco. [5]

La planta debe podarse para evitar que alcance alturas inapropiadas para la cosecha además del enfoque que se le da para que produzca más granos que follaje y hojas, estas podas deben realizarse cuando la planta alcance 15 a 20 cm. [4]

El método de propagación de la higuera es sexual por medio de semillas. Esta siembra se hace de forma directa y su distancia de siembra depende de la variedad y si se va asociar con otro cultivo. Se siembra por sitio de 3-4 semillas a 3-5 cm de profundidad para conseguir un alto porcentaje de germinación. [2]

4. Beneficios del cultivo *Ricinus communis*.

- Aparición de un nuevo mercado
- Valor agregado al material de base (semillas de aceite)
- Inversiones en plantas y equipos
- Mayor cantidad de empleos
- Mayor base tributaria por las operaciones de planta e impuestos de utilidades.
- Revitalizan las economías rurales, y generan empleo al favorecer la puesta en marcha de un nuevo sector en el ámbito agrícola. [6]

5. Biodiesel de *Ricinus communis*.

Beneficios del uso de Biodiesel extraído *R. comunis*.

- Reduce en los escapes la fracción de carbono en partículas
- Reduce la cantidad de monóxido de carbono
- Reduce la cantidad de hidrocarburos no quemados
- Reduce la emisión de hidrocarburos aromáticos policíclicos
- Reduce la cantidad de óxidos de azufre
- Los motores diesel ofrecen un beneficio neto de 45 a 71 % menos de emisiones de CO₂ en comparación con la gasolina.
- Los cultivos de semillas de aceite vegetal absorben el CO₂ mientras crecen, por lo que en el balance no hay aumento en las emisiones.
- Proporcionan una fuente de energía reciclable y, por lo tanto, inagotable. [6]

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°08'43.86" S y 79°58'18.12" O; parte del Bosque seco tropical.

Tabla 1. Datos agrometeorológicos durante el tiempo de estudio.

Mes	Humedad (%)	T (°C)	Precipitación (mm.)
Febrero	85	25	494,4
Marzo	84	25,8	657,7
Abril	75	27	173
Mayo	77	25	5,5
Junio	77	25	1
Julio	77	24	0,1
Agosto	78	24	0,9
Promedio	79	25	
Total			1332,6

Fuente: Estación Meteorológica ESPOL (2008)

Las procedencias de los cinco ecotipos (Manabí (Manta y Jipijapa), Imbabura (Ambuqui), Loja (Quinara), Guayas (Samborondo)); presentan características bioclimáticas similares, de temperatura precipitación y zona de vida pero no así de altitud. Por eso se hace interesante el estudio del comportamiento de los cinco 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 de siembra y deshierbe.

Se emplearon las semillas recolectadas en cinco localidades Manta, Jipijapa, Samborondo, Quinara, Ambuqui.

Para obtener la altura de las plantas se usó una cinta métrica y para medir el diámetro del tallo se usó un escalímetro.

Para obtener el tamaño de la inflorescencia se utilizó la cinta métrica y para obtener el peso de la inflorescencia y el de las semillas se utilizó una balanza electrónica.

6.3. Metodología.

Para el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Elaboración de un programa de actividades.
- Recolección de semillas.

- Definición del diseño experimental del proyecto (DBCA).
- Siembra
- Recolección de datos de las variables en la fase vegetativa, se la toma cada 14 días.
- Recolección de datos de las variables en la fase productiva, una vez por semana.
- Recolección de datos de las semillas de cada Ecotipo.
- Análisis de Resultados.

6.4. Diseño experimental.

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

6.4.1 Comparación de los ecotipos en la etapa vegetativa:

Se realizó 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 tomó a la altura de la huella de los cotiledones.
- Número de hojas.

Se planteó la siguiente hipótesis:

H. Nula: Los cinco ecotipos de *R. communis* presentan iguales resultados morfométricos bajo las condiciones agroecológicas del área experimental.

Ho: $\bar{x}_{t1} = \bar{x}_{t2} = \bar{x}_{t3} = \bar{x}_{t4} = \bar{x}_{t5}$

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

Los tratamientos, fueron los ecotipos; T1= Imbabura (Ambuqui) (A), T2= Manabí (Manta) (M), T3= Manabí (Jipijapa) (J), T4= Loja (Quinara) (Q), T5= Guayas (Samborondón) (S).

6.4.2 Comparación de las semillas sembradas con las semillas cosechadas.

Para la variable peso de semillas se realizó la prueba de Kruskal Wallis.

Peso.- se pesaron 100 semillas antes de la siembra y 100 semillas cosechadas de cada una de las repeticiones.

Se planteó la siguiente hipótesis con cada ecotipo:

H. Nula: Los cuatro grupos de semillas de *R. communis* presentan iguales resultados de peso bajo las condiciones agroecológicas del área experimental.

Ho: $\bar{x}_{t1} = \bar{x}_{t2} = \bar{x}_{t3} = \bar{x}_{t4} = \bar{x}_{t5}$

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

Los tratamientos, fueron: T1= Semillas iniciales (I), T2= Primera repetición (P), T3= Segunda repetición (S), T4= Tercera repetición (T).

6.5. Fase campo y laboratorio.

Para la siembra se utilizaron semillas seleccionadas, sanas y con un buen tamaño. Una semana antes de la siembra se hizo limpieza del terreno, dejando los rastrojos en los bordes del diseño experimental, se tomaron las medidas respectivas en el terreno señalando las parcelas de cada tratamiento, una vez listo el terreno, se sembró las semillas con el espeque tomando en cuenta la distancia de siembra y poniendo 2 semillas en cada agujero.

Se registró los datos de las variables en estudio cada 14 días. Se tomaron datos del desarrollo de las inflorescencias cada 7 días desde la aparición de las mismas.

La densidad de siembra de *R. communis* fue de 1m. x 1m, se utiliza esta densidad debido a que el cultivo de higuera no estaba asociado con alguna plantación.

Luego de la cosecha se registraron los datos de peso y medidas de las semillas cosechadas por parcela de las cuales se tomaron 100 semillas por cada parcela del ensayo, las cuales van a ser comparadas con los datos obtenidos de las semillas de cada ecotipo antes de la siembra.

7. Resultados.

7.1. Porcentaje de Germinación.

En general el porcentaje de germinación se encontró afectado por el efecto de las lluvias pero fue superior al 60%.

Tabla. Porcentaje de germinación de ecotipos en las repeticiones

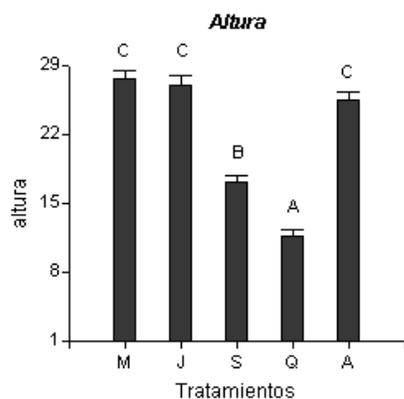
Tratamiento	1.	2.	3.	total
	repeti	repeti	repeti	
	% Ger	% Ger	% Ger	%
Ambuqui	25	96	98	74
Manta	80	92	88	91
Samborondón	80	80	93	85
Quinara	63	73	60	66
Jipijapa	54	82	85	76

En la primera repetición el ecotipo de Ambuqui presento una germinación del 25% por efecto de que la parcela se encontraba en estado pantanoso por las lluvias haciendo que las semillas se ahogaran.

7.2. Análisis de variables.

1. Resultados para la variable altura:

En los resultados para esta variable el tratamiento o ecotipo M (Manta), J (Jipijapa) y A (Ambuqui) son estadísticamente iguales. El tratamiento S (Samborondón) y Q (Quinara) son estadísticamente diferentes entre sí y a los demás tratamientos.

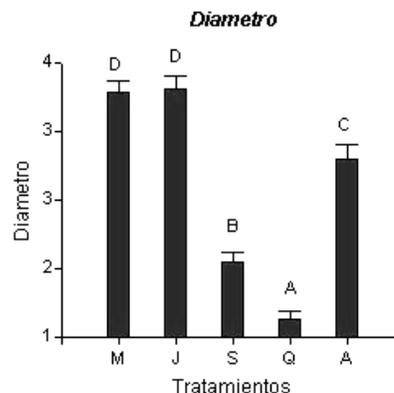


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura. Gráfico de barras para la variable altura, por tratamiento.

2. Resultados para la variable diámetro:

Para la variable diámetro, el tratamiento M y J son estadísticamente iguales, los tratamientos A, S y Q son diferentes entre sí para esta variable y también son diferentes a los tratamientos M y J.

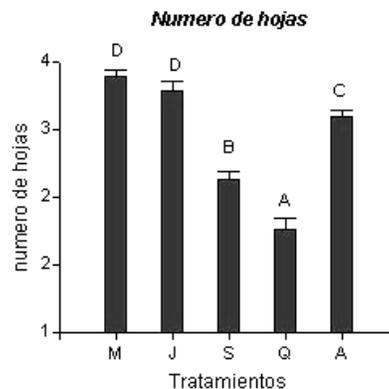


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura. Gráfico de barras para la variable diámetro por tratamiento.

3. Resultados para la variable número de hojas:

Para la variable diámetro, el tratamiento M y J son estadísticamente iguales, los tratamientos A, S y Q son diferentes entre sí para esta variable y también son diferentes a los tratamientos M y J.



Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

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

7.3. Cosecha:

En ninguno de los ecotipos se dio la presencia de las inflorescencias al mismo tiempo así como no se presento el 100% de plantas con inflorescencia.

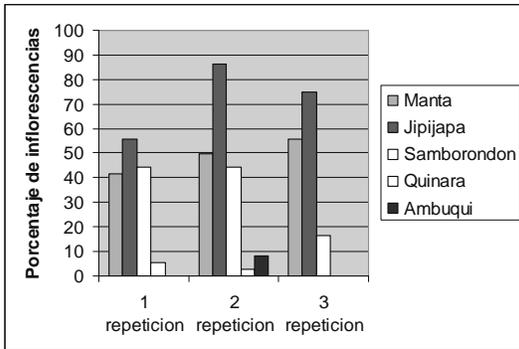


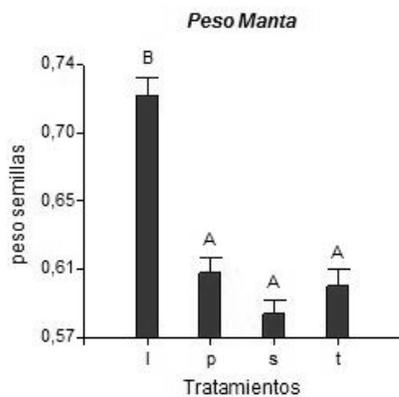
Figura. Porcentaje de presencia de inflorescencia por repeticiones.

El ecotipo que obtuvo mayor porcentaje de plantas con inflorescencia fue el de Jipijapa que en la 2 repetición llego a tener mas del 80% de plantas con inflorescencia, el segundo ecotipo con mayor porcentaje de inflorescencia fue el de Manta seguido por el ecotipo de Samborondón mientras que el ecotipo de Quinara presento poca inflorescencia y el de Ambuqui solo presento inflorescencia en la segunda repetición.

7.4. Análisis de la variable peso de semillas.

1. Peso semillas Manta.

Para la variable peso, el tratamiento P (primera repetición), S (segunda repetición) y T (tercera repetición) son estadísticamente iguales, y estos son estadísticamente diferentes al tratamiento I.

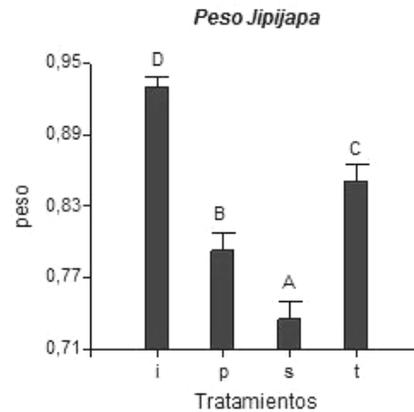


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura. Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Manabí, por tratamiento

2. Peso semillas Jipijapa.

Para la variable peso, todos los tratamientos se presentan estadísticamente diferentes entre si.

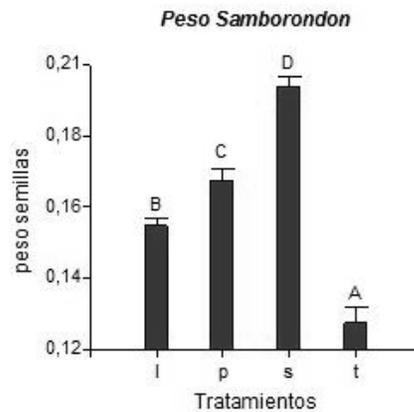


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura. Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Jipijapa, por tratamiento

3. Peso semillas Samborondón.

Para la variable peso, todos los tratamientos se presentan estadísticamente diferentes entre si.

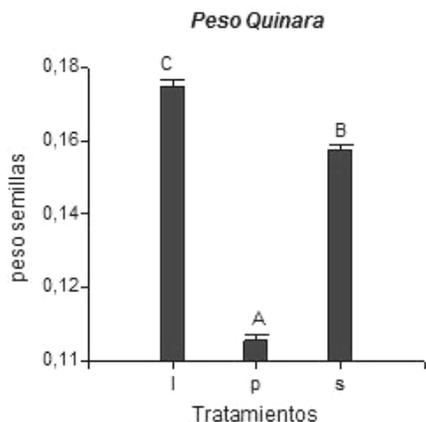


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura. Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Samborondón, por tratamiento

4. Peso semillas Quinara.

Para la variable peso, todos los tratamientos se presentan estadísticamente diferentes entre si. En este ecotipo no hay datos del tratamiento tercera repetición por que no se presento producción en las plantas.

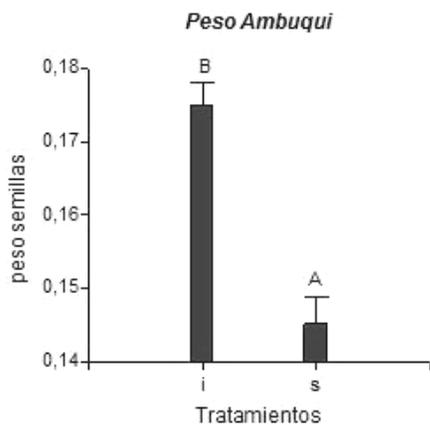


Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura. Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Quinara, por tratamiento

5. Peso semillas Ambuqui.

Para la variable peso, todos los tratamientos se presentan estadísticamente diferentes entre si. En este ecotipo no hay datos del tratamiento primera repetición y tercera repetición, en la primera repetición se presentó pérdida de parcela y en la segunda repetición no se presentó producción de las plantas.



Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

Figura. Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Ambuqui, por tratamiento

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. Para la variable altura el ecotipo M (Manta), J (Jipijapa) y A (Ambuqui) son estadísticamente iguales, los tratamientos S (Samborondón) y Q (Quinara) son estadísticamente diferentes entre si y a los demás tratamientos.

3. Para la variable diámetro, el ecotipo M (Manta) y J (Jipijapa) son estadísticamente iguales, los Ecotipos A (Ambuqui), S (Samborondón) y Q (Quinara) son diferentes entre si.

4. Para la variable número de hojas el ecotipo M (Manta) y J (Jipijapa) son estadísticamente iguales, los ecotipos A (Ambuqui), S (Samborondón) y Q (Quinara) son diferentes entre si para esta variable y también son diferentes a los Ecotipos M (Manta) y J (Jipijapa).

5. Al analizar las variables morfométricas, los mejores ecotipos son M (Manta) Y J (Jipijapa), debido a que en el análisis estadístico se obtuvo muy buenos resultados para las tres variables.

6. El ecotipo que presentó mayor porcentaje de germinación fue de A (Ambuqui) con un 95% seguido de los ecotipos M (Manta) 86%, S (Samborondón) 84% mientras que el ecotipo que presentó como el mas bajo en el porcentaje de germinación fue el de Q (Quinara) con un 65%.

7. La característica del peso de semillas no se mantuvo en ninguna variedad pero si se presentó estadísticamente homogeneidad con el ecotipo de M (Manta).

8. El ecotipo de M (Manta) es el que mejor se adaptó presentando buenas características morfométricas, por tener un buen porcentaje de germinación y por ser homogéneo el peso de las semillas que se produjo.

8.2. Recomendaciones.

1. La higuierilla es una buena opción para cultivo 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.

2. Sería preferible asociar la higuierilla con cultivos de ciclo corto como el maíz que no le den mucha sombra.

3. Realizar análisis de la extracción del aceite de cada ecotipo para identificar cual es el mejor ecotipo para la producción de biodiesel.

4. Realizar la siembra en terrenos con buen drenaje que no sean muy pantanosos en la época de lluvia tomando en cuenta que etapa de floración coincida con tiempo seco.

5. Realizar desmalezadas continuas para evitar la competencia del cultivo especialmente en el primer mes desde la siembra.

9. Agradecimientos.

Le doy gracias a Dios, mis Padres y hermanos, director de tesis y amigos.

10. Referencias Bibliográficas.

[1] Rubió Gustav, 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/working1es.doc

[2] Moncin M. Del Mar San Miguel, Instituto Universitario Dexeus, Servicio de Alergia e inmunológica Clínica Ricinus communis, (en línea), consultado el 28 de Agosto del 2008, disponible en http://www.e-rinitis.com/polinosis/pdf-zip/3_6_ricinus_comunis.pdf

[3] Ramirez M.A., Junio 2008. Nota técnica LA HIGUERILLA. (Ricinus communis), (en línea), consultado el 8 de Julio del 2008 disponible en www.cohep.com/Centro_doc/cies%20-%20La%20Higuerilla.doc

[4] HIGUEROIL, Cultivo de higuera (en línea) consultado el 22 de Julio del 2008, disponible en www.karisma.org.co/Fresno/socializacionPG/docreferencia/biocombustibles/Documento%20Higuerilla.doc

[5] Mendoza Heriberto Segundo Reyes, INIAP, boletín divulgativo No. 177 Estación Experimental “Portoviejo”; 1985, GUIA DEL CULTIVO DE HIGUERILLA

[6] SICA, 2001, **BIODIESEL: COMBUSTIBLE SUSTITUTO** (En línea). Consultado el 20 de Julio del 2008. Disponible en <http://www.sica.gov.ec/agronegocios/Biblioteca/Ing%20Rizzo/Varios/BIODIESEL.htm>

(7)HIPERNATURAL, Higuera (en línea) consultado el 28 de julio del 2008, disponible en <http://www.hipernatural.com/es/plthiguerilla.html>