

**ESCUELA SUPERIOR POLITENICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción.**

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

**TESIS DE GRADO**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

Presentada por:

Daniel Alfredo Leal Alvarado

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2009

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por llenar mi vida de dicha y bendiciones. A mis Padres de todo corazón por su amor, cariño y comprensión.

Al Director de tesis, M.Sc. Edwin Jiménez R. por su apoyo y orientación.

A mis maestros por su disposición y ayuda brindadas.

A mis amigos y compañeros por su ayuda y continuo aliento

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Dios por ser quien ha estado a mi lado en todo momento dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presenten.

A mis Padres por su cariño y apoyo incondicional.

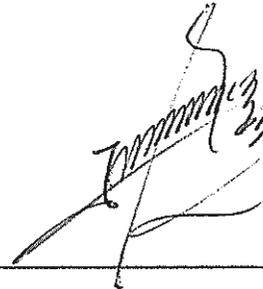
A mis hermanos por sus consejos y continuo aliento.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN.



---

Ing. Francisco Andrade S.  
DELEGADO DEL DECANO  
DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



---

M.Sc. Edwin Jiménez R.  
DIRECTOR DE TESIS



---

Ing. Omar Ruiz B.  
VOCAL.



## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



---

Daniel Alfredo Leal Alvarado.

## RESUMEN

El presente trabajo evalúa tres características morfométricas de cinco ecotipos de *Ricinus communis*, procedentes de nuestro país, bajo condiciones agroecológicas del bosque seco Tropical, teniendo como finalidad determinar el mejor ecotipo.

Esta investigación presenta fundamentos teóricos de morfología, requerimientos y beneficios de *R. communis*, posteriormente detalla las características bioclimáticas de las procedencias de los ecotipos.

En la parte práctica se utilizó un diseño experimental, donde se registró las características morfométricas del cultivo, datos del desarrollo de la inflorescencia y la producción de las semillas, a partir de esto seleccionar un ecotipo como superior.

Luego de las pruebas estadísticas el mejor ecotipo fue el de Manta (Manabí) presentando buenas características morfométricas, por tener un buen porcentaje de germinación y por ser homogéneo el peso de las semillas que se produjo.

# INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VII
ABREVIATURAS.....	XI
INDICE DE FIGURAS.....	XII
INDICE DE TABLAS.....	XIII
INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1	
1. DESCRIPCION DE LA HIGUERILLA Y SU IMPACTO EN EL SECTOR AGRICOLA E INDUSTRIAL.....	3
1.1 Descripción botánica de RICINUS COMUNIS.....	3
1.1.1. Taxonomía.....	4
1.1.2. Morfología.....	5
1.1.3 Fisiología Vegetal.....	9
1.2. Centro de origen.....	9
1.3. Hábitat.....	9
1.4. Siembra y cosecha.....	10

1.4.1. Producción y podas.....	11
1.4.2. Métodos de propagación.....	12
1.5. Usos y subproductos de la higuera.....	12
1.6. Biocombustibles en el Ecuador.....	23

## CAPITULO 2

2. CARACTERISTICAS BIOCLIMATICAS DEL ECUADOR Y DE LAS CINCO PROCEDENCIAS DE HIGUERA.....	27
2.1. Datos bioclimáticos de Ecuador. ....	27
2.2. Datos bioclimáticos de Imbabura – Ambuquí.....	30
2.3. Datos bioclimáticos de Loja- Quinara.....	31
2.4. Datos bioclimáticos de Manabí-Jipijapa.....	32
2.5. Datos bioclimáticos de Manabí-Manta.....	33
2.6. Datos bioclimáticos de Guayas-Samborondón.....	34

## CAPITULO 3

3. MATERIALES Y METODOS. ....	36
3.1. Localización y condiciones agrometeorológicas del ensayo.....	36
3.2. Materiales.....	37
3.3. Métodos.....	37
3.3.1 Diseño Experimental.....	38
3.3.1.1 Comparación de los ecotipos en la etapa vegetativa.....	38

3.3.1.2	Comparación de las semillas sembradas con las semillas cosechadas.....	41
3.3.2.	Recolección de las semillas.....	43
3.3.3.	Peso y medidas de las semillas recolectadas.....	43
3.3.4.	Siembra.....	44
3.3.5.	Germinación.....	44
3.3.6.	Transplante.....	44
3.3.7.	Desarrollo de las plántulas (Caracterización morfométrica de la etapa vegetativa).....	45
3.3.8.	Desarrollo de las inflorescencias (caracterización morfométrica de la etapa productiva).....	46
3.3.9.	Cosecha y producción.....	46
3.3.10.	Peso y medidas de las semillas cosechadas.....	47

#### CAPITULO 4

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1.	Recolección de semillas.....	48
4.1.1.	Datos metereologicos y época de cosecha de cinco procedencias de higerilla.....	52
4.1.2.	Medidas y peso de las semillas.....	53
4.2.	Germinación de ecotipos.....	53

4.3. Desarrollo de las plantas (caracterización morfométrica de la etapa vegetativa).....	55
4.3.1. Variable altura.....	55
4.3.1.1. Análisis descriptivo.....	55
4.3.1.2. Análisis estadístico.....	56
4.3.2. Variable diámetro.....	56
4.3.2.1. Análisis descriptivo.....	56
4.3.2.2. Análisis estadístico.....	57
4.3.3. Variable número de hojas.....	58
4.3.3.1. Análisis descriptivo.....	58
4.3.3.2. Análisis estadístico.....	59
4.4. Desarrollo de las inflorescencias (caracterización morfométrica de la etapa productiva).....	60
4.5. Cosecha y producción.....	62
4.5.1. Cosecha y producción del ecotipo de Manta en cada repetición.....	63
4.5.2. Cosecha y producción del ecotipo de Jipijapa en cada repetición.....	64
4.5.3. Cosecha y producción del ecotipo de Samborondón en cada repetición.....	65
4.5.4. Cosecha y producción del ecotipo de Quinara en cada repetición.....	66

4.5.5. Cosecha y producción del ecotipo de Ambuqui en cada repetición.....	67
4.6. Peso y medidas de las semillas cosechadas.....	68
4.6.1. Análisis descriptivo.....	68
4.6.2. Análisis estadístico.....	69
4.6.2.1. Peso semillas Manta.....	69
4.6.2.2. Peso semillas Jipijapa.....	70
4.6.2.3. Peso semillas Samborondón.....	71
4.6.2.4. Peso semillas Quinara.....	72
4.6.2.5. Peso semillas Ambuqui.....	73

## CAPITULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
5.1. Conclusiones.....	75
5.2. Recomendaciones.....	77

## BIBLIOGRAFIA

## ANEXOS

## ABREVIATURAS

b.s.T.	bosque seco Tropical.
DBCA	Diseño de Bloques Completamente al Azar
INFOPLAN	Sistema de Información para la Planificación
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias
M	Ecotipo o tratamiento de Manta (Manabí)
J	Ecotipo o tratamiento de Jipijapa (Manabí)
A	Ecotipo o tratamiento de Ambuqui (Imbabura)
Q	Ecotipo o tratamiento de Quinara (Loja)
S	Ecotipo o tratamiento de Samborondón (Guayas)
m.e.T.	monte espinoso Tropical.
m.e.P.M.	monte espinoso Pre Montano.
m.d.T.	matorral desértico Tropical.
ppm	partes por millón
i	Tratamiento peso semillas iniciales
p	Tratamiento peso semillas primera repetición
s	Tratamiento peso semillas segunda repetición
t	Tratamiento peso semillas tercera repetición
$\tilde{x}$	La mediana de la variable analizada

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.	Mapa del Ecuador y localización de los cinco ecotipos.....30
Figura 2.	Mapa de Imbabura.....31
Figura 3.	Mapa de Loja.....32
Figura 4.	Mapa de Manabí.....34
Figura 5.	Mapa de Guayas.....35
Figura 6	Incremento mensual de altura por procedencia.....54
Figura 7	Gráfico de barras para la variable altura, por tratamiento.....55
Figura 8	Incremento mensual de diámetro por procedencia.....56
Figura 9	Gráfico de barras para la variable diámetro, por tratamiento.....57
Figura 10	Incremento mensual de número de hojas por procedencia...58
Figura 11	Gráfico de barras para la variable número de hojas, por tratamiento.....59
Figura 12	Floración – ecotipo Manta.....60
Figura 13	Tamaño de las inflorescencias en cada repetición.....61
Figura 14	Porcentaje de presencia de inflorescencia por repeticiones.....62
Figura 15	Datos de cosecha y producción del ecotipo de Manta en cada repetición.....63
Figura 16	Datos de cosecha y producción del ecotipo de Jipijapa en cada repeticiones.....64
Figura 17	Datos de cosecha y producción del ecotipo de Samborondón en cada repeticiones.....65
Figura 18	Datos de cosecha y producción del ecotipo de Quinara en cada repeticiones.....66
Figura 19	Datos de cosecha y producción del ecotipo de Ambuqui en cada repeticiones.....67
Figura 20	Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Manabí, por tratamiento.....69
Figura 21	Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Jipijapa, por tratamiento.....70
Figura 22	Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Samborondón, por tratamiento.....71
Figura 23	Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Quinara, por tratamiento.....72
Figura 24	Gráfico de barras para la variable peso de semillas de Ambuqui, por tratamiento.....73

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1	Composición de la semilla de higuera .....8
Tabla 2	Características típicas de biodiesel y del diesel petrolífero.....14
Tabla 3	Características generales del aceite de ricino.....17
Tabla 4	Comparación del contenido de nutrientes de la torta de <i>R. communis</i> . con estiércol de establo fresco y torta de algodón..... 18
Tabla 5	Datos agrometeorológicos durante el tiempo de estudio.....36
Tabla 6	Materiales usados. ....37
Tabla 7	Datos de ubicación y meteorológicos de las procedencias de ecotipos.....50
Tabla 8	Medidas y peso de semillas de <i>R. communis</i> . por ecotipo.....51
Tabla 9	Porcentaje de germinación y ataque de hormigas por repetición .....52
Tabla 10	Medidas y peso de semillas de <i>R. communis</i> . por repeticiones de los ecotipos .....68

## INTRODUCCION

Ecuador es un país megadiverso, que alberga una infinidad de plantas autóctonas escasamente estudiadas, una de ellas es *Ricinus communis*, comúnmente llamada higuera, esta planta es un miembro de la familia de las Euphorbiaceae.

El presente proyecto estudió las características morfométricas de cinco ecotipos, de *R. communis*, Guayas (Samborondón), Manabí (Manta), Manabí (Jipijapa), Imbabura (Ambuqui) y Loja (Quinara) y 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 producción así como las características de las semillas obtenidas en la cosecha de cada ecotipo.

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivos los siguientes.

**General.**

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

**Específicos.**

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

# CAPITULO 1

## 1. DESCRIPCION DE LA HIGUERILLA Y SU IMPACTO EN EL SECTOR AGRICOLA E INDUSTRIAL.

### 1.1 Descripción botánica de *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. Cultivado, en cambio, es un arbusto que apenas llega a los 4 m. (36)

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 espículas

caducas, lóbulos lanceolados y márgenes dentados. Miden hasta 50 cm. de longitud. Pecíolo de hasta 20 cm. de longitud. (36)

Las flores aparecen dentro de la cápsula floral, donde se alternan masculinas en su base y flores femeninas en la parte superior de dicha capsula. El fruto es una cápsula 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. (36)

#### **1.1.1. Taxonomía. (5)**

Reino: Plantae  
Subreino: Traqueobionta (plantas vasculares)  
Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas)  
División: Magnoliophyta (plantas con flor)  
Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas)  
Subclase: Rosidae  
Orden: Euphorbiales.  
Familia: Euphorbiaceae  
Nombre científico: Ricinus communis

Nombre común: higuera, Palmacristi, ricino, higuera, higuera del diablo.(5)

### **1.1.2. Morfología vegetal**

Hábito y forma de vida: Planta herbácea alta, a veces algo arbustivo, de color verde claro a azul-grisáceo, en ocasiones rojiza. (6)

Tamaño: Hasta de 6 m de alto. (6)

Raíz: Es pivotante y puede alcanzar hasta 3 m de profundidad constituyéndose el anclaje principal de la planta. Presenta raíces secundarias numerosas y oblicuas, situadas a poca profundidad. (6)

Tallo: La planta está dotada de un tallo principal recto seccionado por entrenudos, hueco en su parte interior lo cual facilita la eliminación de la soca. Su color depende de la variedad puede ser verde, rosado o caoba. El tallo principal termina en el primer racimo (inflorescencia), siendo este el más grande de la planta. A partir del cuarto nudo empiezan a aparecer las ramas secundarias que producen a su vez ramas adicionales observándose en ambas producción de racimos. (6)

Hojas: Alternas, pecioladas, palmeadas con 7 a 11 lóbulos, dentadas, con nerviación palmatinervia. Pecíolos redondos de 8 a 50 cm. de largo y de 10 a 20 cm. de longitud; con dos glándulas nectaríferas en la unión con la lamina, dos glándulas en la unión con el pecíolo; la lamina de la hoja tiene 10 a 75 cm. de diámetro y de un color que va de verde a rojo. (6) ANEXO (A).

Flores: Están agrupadas en una panícula Terminal de 10 a 40 cm. de largo, la cual es monoica, las flores femeninas están localizadas en la parte superior y las masculinas en la parte inferior de la inflorescencia. Las flores masculinas están en cimbras de 3 a 16 flores de pedicelo de 0.5 a 1.5 cm. de largo, de 3 a 5 sépalos verdes de 5 a 7 cm. de largo, pétalos ausentes, estambres numerosos de 5 a 10 mm de largo con muchos filamentos ramificados, cada filamento termina en una antera pequeña esférica y de color amarillo claro. Las flores femeninas en cimbras de 1 a 7 flores, pedicelo de 4 a 5 mm de largo de 3 a 5 sépalos de color verde de 3 a 5 mm de largo los cuales se caen rápidamente; ovario superior con tres celdas, un óvulo por cada celda, la pared del ovario cubierta con espinas verdes y suaves, cada una termina en un punto transparente, el cual se cae cuando el fruto se desarrolla, estilo muy corto que se divide

en tres estigmas bien definidos de color rojo, suaves papilados y persistentes. (6)

**Frutos:** Es una cápsula globosa con pedicelo alongado con tres lóculos de 1.5 a 2.5 cm. de diámetro, generalmente espinoso. Los frutos inmaduros son generalmente verdes y algunas veces rojos, se vuelven cafés en la maduración, los estigmas permanecen en el fruto en forma leñosa. La cápsula puede abrirse y soltar las semillas que son tres, estas pueden ser negras o jaspeadas. (6)

**Semillas:** De forma oval aplastada, redondeadas en un extremo y en el otro extremo una excrescencia llamada carúncula, de superficie brillante y lisa, de color variable que suele ser gris con manchas rojizas y parduscas de tamaño variable que va de 0.5 a 1.5 cm de largo; la semilla tiene una cubierta dura y quebradiza exterior y otra inferior muy fina de color blanquecino, ambas protegen la semilla, la cual consta de un embrión pequeño con sus dos cotiledones delgados y el albumen que es blando, compacto y aceitoso, el albumen es el que contiene el aceite. 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. (6)

**TABLA 1.****Composición de la semilla de higuera: (6)**

<b>COMPOSICION</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>Aceite</b>	46.19
<b>Almidón</b>	20.00
<b>Albúmina</b>	0.50
<b>Goma</b>	4.31
<b>Resina Bruta Y</b>	1.91
<b>Principios Amargos</b>	
<b>Fibra Leñosa</b>	20.00
<b>Agua</b>	7.09
<b>TOTAL</b>	100.00

Fuente: M.A. Ramirez (6)

**Principios tóxicos y mecanismos de acción:** La semilla contiene una fitotoxina proteica (la ricina) que actúa previniendo la síntesis proteica en los ribosomas. Esta considerada una de las toxinas vegetales más potentes, e incluso a dosis muy bajas puede causar la muerte. De hecho, la dosis mínima letal para muchos mamíferos por vía intravenosa es de 0.0001 mg/kg; sin embargo, por vía oral es menos tóxica, ya que no se absorbe bien. Por tanto, la toxicidad dependerá en gran medida de que la semilla haya sido masticada o simplemente tragada (8).

### **1.1.3. Fisiología Vegetal.**

Con una buena humedad la planta germina (entre el día 5 a 10) presenta las hojas falsas, después comienza a desarrollar las hojas verdaderas, el primer rendimiento de la semilla es en 6 meses (9).

### **1.2. Centro de origen.**

Se supone que es originaria de África de donde se extendió al Medio Oriente como planta silvestre. En la India y la China fue conocida hace unos 3,000 años probablemente se introdujo en América después del descubrimiento. Los egipcios hace más de 4,000 años, empleaban la higuera en la iluminación o alumbrado de sus casas, parece que era una planta altamente estimada porque en algunas tumbas egipcias se ha encontrado sus semillas.

La higuera es una planta que se encuentra distribuida desde el nivel del mar hasta los 3000 msnm. (6)

### **1.3. Hábitat.**

Aunque la higuera es originaria del sureste de la región mediterránea y de África del este, hoy en día se ha extendido por todas las regiones tropicales. La higuera se desarrolla fácilmente como una planta "nativa" y puede a menudo ser encontrada en cualquier terreno baldío. Es ampliamente cultivada como un cultivo

en Etiopía, También se usa mucho como planta de ornato en parques y otras áreas públicas.(10)

#### **1.4. Siembra y cosecha.**

**Época de siembra:** la época adecuada de siembra es un factor fundamental para obtener resultados aceptables en la producción de esta oleaginosa. 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. (35)

**Cosecha:** constituye una operación importante en el cultivo de la higuera. Un atraso en la cosecha causaría la pérdida de semillas, a consecuencia de la caída de los frutos por efecto de la dehiscencia. Generalmente debe cosecharse cuando los frutos del tercio inferior de los racimos están secos, lo que da lugar a realizar uno a cinco pases de cosecha en todo el ciclo del cultivo (35).

#### **1.4.1 Producción y podas.**

La producción se inicia en 6 meses después de la siembra pero la producción de explotación se realiza después de un año de siembra llegando a producir 40 qq/ht. (37)

Requiere una buena preparación del terreno previo a su siembra, que puede ser realizada a mano o mediante sembradoras de maíz o algodón. La separación entre hileras y plantas depende del clima y la duración del período vegetativo. En las regiones templadas y templado cálidas se emplean distancias de 1,20-1,40 metros entre líneas y de 0,80-0,90 entre plantas; en las regiones sin heladas se dejan distancias de hasta 2,40 entre líneas y plantas. (37)

Las labores culturales sólo son necesarias en tanto las plantas no hayan crecido lo suficiente para generar un sombreado completo, tal que, impida el crecimiento de malezas. (37)

Cuando la higuera llegue a la altura de la rodilla (entre ocho y 10 nodos) se debe realizar la primera poda de crecimiento. Las podas se deben repetir hasta que la planta comience a florecer para desarrollar a edades tempranas más brazos productivos y mejorar el fenotipo del arbusto (no dejarlo muy alto). (9).

#### **1.4.2 Método de propagación.**

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 a 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. (6)

#### **1.5. Usos y subproductos de la higuera.**

En cultivos agroforestales, la planta de higuera es usada para dar sombra temporal a los cultivos de cacao y café por su rápido crecimiento y por el tamaño y forma de su hoja. (6)

Debido a su composición química, el aceite de higuera conserva su viscosidad a altas temperaturas y resiste muy bajas sin congelarse, razón por la cual se emplea para motores de altas revoluciones. (6)

El aceite refinado se usa en cosméticos y en productos medicinales. El uso más común es como purgante, llamado aceite de ricino, se considera un vermífugo drástico, que no irrita el intestino, es antirreumático, cura los orzuelos incipientes con una gota y sirve para eliminar las verrugas aplicándolo a mañana y tarde sobre ellas.

El aceite de higuera sulfonado, se usa en la impresión y acabado de tejidos de algodón, lino, seda y en curtiembres. (6)

Deshidratado sirve de base para la preparación de líquidos para frenos y pinturas y por convertirse en aceite secante reemplaza con ventaja los aceites de tung y de linaza que se importan actualmente. (6)

Disuelto en alcohol, se utiliza en la mayoría de manufactura de lociones y perfumes, como base o agente fijador de esencias. (6)

### **Biocombustibles.**

El Biodiésel es un combustible sustituto del gas-oil para motores diésel, el cual puede ser producido partiendo de materias primas agrícolas (aceites vegetales y/o grasas animales), aceites o grasas de fritura usados y metanol o etanol (estos también puede ser obtenidos a partir de productos agrícolas) (11)

El biodiésel posee las mismas propiedades del combustible diésel empleado como combustible para automóviles, camiones, ómnibus y puede ser mezclado en cualquier proporción con el diésel obtenido de la refinación del petróleo. (11)

No es necesario efectuar ninguna modificación en los motores para poder emplear este combustible. Importantes fabricantes de vehículos europeos efectuaron pruebas con resultados satisfactorios en automóviles, camiones.

El biodiésel, desde el punto de vista de la inflamabilidad y toxicidad, es más seguro que el gas-oil proveniente del petróleo, no es peligroso para el ambiente y es biodegradable. (11)

**TABLA.2**

**Características típicas de biodiésel y del diésel petrolífero. (11)**

<b>Datos físico - químicos</b>	<b>Biodiésel</b>	<b>Diésel</b>
composición combustible	Este metílico ac. Grasos C12-C22	Hidrocarburo C10-C21
Poder calorífico inferior . Kcal/kg (aprox.)	9500	10800
Viscosidad cinemática. cst (a 40°C)	3,5 - 5,0	3,0 - 4,5
Peso específico. g/cm <sup>3</sup>	0,875 - 0,900	0,85
Azufre. % P	0	0,2
Punto ebullición. °C	190 - 340	180 - 335
Punto inflamación. °C	120 - 170	60 - 80
Punto de escurrimiento. °C	-15 / +16	-35 / -15
Numero cetanos	48 - 60	46
Relación estequiometrica Aire/comb. p/p	13,8	15

Fuente: Rodolfo J. Larosa (11)

La principal diferencia que los distingue de los combustibles fósiles es que la quema de los mismos libera a la atmósfera CO<sub>2</sub> que ha estado inmovilizado por millones de años causando un incremento del contenido neto atmosférico de CO<sub>2</sub>. Contrariamente la quema de

biocombustibles libera CO<sub>2</sub> que no aumenta las emisiones netas de dicho gas a efecto invernadero. Esto es debido al hecho que el CO<sub>2</sub>, lo absorbe y lo fijan los vegetales, utilizados para la producción de biocombustibles, y lo utilizan como materia prima para construir sus tejidos, cerrando de tal forma el ciclo atmosférico del carbono (12).

### **Aceite vegetal.**

ACEITE VEGETAL NO REFINADO Y BIODIÉSEL COMO COMBUSTIBLE EN MOTORES DIÉSEL: El interés creciente por la utilización de aceite vegetal no modificado (SVO) como combustible para automotores y como alternativa para el desarrollo del sector agrícola, hace necesario que se evalúen desapasionadamente sus reales posibilidades tanto técnicas, como económicas y ecológicas. (13)

Los aceites vegetales no modificados han sido aceptados en la Unión Europea como combustible para motores diésel modificados. En Alemania existen plantas que procesan aceite de colza para este fin y lo distribuyen a través de una pequeña red de estaciones de servicio. (13)

La verdadera importancia del SVO se encuentra en el beneficio ambiental, no sólo por la importante reducción en los niveles de emisión de SO<sub>2</sub> y SO<sub>3</sub>, aunque las emisiones de NO<sub>x</sub> sean casi iguales a las del diésel fósil. Y si bien las emisiones de CO<sub>2</sub> son similares en ambos casos, si se descuenta la absorción de CO<sub>2</sub> durante el crecimiento de las plantas la imagen cambia drásticamente, como ocurre también con los otros biocombustibles, la cual puede llegar a ser hasta del 96%. Según la reglamentación nacional alemana sobre clasificación de los riesgos del agua, el SVO es inofensivo para las corrientes subterráneas (clase NWG), lo que significa que los vertimientos de aceite no causan daño apreciable al medio ambiente. (13)

**EXTRACCIÓN DE ACEITE DE HIGUERILLA:** La plantación puede rendir hasta 1320 Litros de aceite por hectárea. Debido a sus especiales características la semilla de la higuierilla (castor seed) debe ser cocinada en una cooker para facilitar la expresión del aceite. La prensa expeller puede extraer hasta el 36% en peso de aceite de las semillas. El contenido total es de 40%. En algunos cultivos puede rendir hasta 48 %. El aceite extraído puede tener una acidez alta por lo que es necesario neutralizarlo con algo de solución de soda cáustica. El separador centrífugo retira eficientemente el

jabón formado en la neutralización (soap stock) dejando el aceite completamente libre de impurezas. Mayor refinación del aceite no es requerida. (13)

**TABLA 3.**

**Características generales del aceite de ricino**

<b>Acido Ricinoleico</b>	70%
<b>Acido Ricinico</b>	12%
<b>Acido Oleico</b>	12%
<b>Índice De Saponificación</b>	181%
<b>Índice De Refracción (25°C)</b>	1,47
<b>Densidad (15°C)</b>	0.964

Fuente: M.A. Ramirez (6)

Líquido amarillento pálido o casi incoloro, transparente y viscoso; olor dulce y sabor generalmente nauseabundo; es un aceite no secante; soluble en alcohol, éter, benceno, cloroformo y sulfuro de carbono. (14)

La viscosidad del aceite de ricino es de 6,8 cSt a 20°C. La versión oxidada y esterificada del aceite de ricino se usa como lubricante en la industria de la aviación. (15)

### **Torta.**

La torta de higuera o afrecho es un excelente abono por el alto contenido de nutrientes, superior al de la torta de algodón y al abono fresco de establo. Su composición es de 1.91% de nitrógeno, 0.28% de fósforo, 3.02% de potasio, 33.8% de proteína cruda. (6)

La torta de higuera puede utilizarse como fertilizante y se considera especialmente buena para cultivos de periodo corto. Pierde su toxicidad 2-3 semanas después de aplicada y se le atribuyen propiedades insecticidas. (6)

**TABLA. 4**

**Comparación del contenido de nutrientes de la torta de *R.cummunis*.**

**Con estiércol de establo fresco y torta de algodón.**

	<b>Torta de Higuera</b>	<b>Abono establo fresco</b>	<b>Torta de algodón</b>
<b>% N</b>	1,91-3	0,5	0,5
<b>% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	0,28	0,25	0,05
<b>% K<sub>2</sub>O</b>	3,02	0,5	1,1

Fuente: Federico Delgado S (9)

### **Medicinal.**

#### **Fitoquímica y farmacología:**

Sus semillas contienen aceite fijo (*oleum ricini*) en porcentajes del 35 al 55 % principalmente constituido por los glicéridos de los ácidos

ricinoleico, iso-ricinoleico, etc.; también ricina y ricinina, la primera es una fitotoxina sumamente venenosa, por vía endovenosa y menor por vía oral, aun que esta última vía puede ocasionar la muerte; su actividad desaparece por acción del calor moderado; el segundo es un alcaloide de fórmula  $C_8H_8N_2O_2$ . (16)

Preparación y dosis: Estreñimiento rebelde y parásitos intestinales: Sacar el aceite de la semilla (después de haberla pelado) aproximadamente de dos a tres onzas (medirlo con un biberón); agregarle otros aceites para disminuir el sabor desagradable. Dar a tomar con leche caliente. Adultos: seis cucharadas. Niños: dos cucharaditas. Golpes, inflamación y dolor de mamas: Se coloca en cataplasma las hojas necesarias para cubrir la zona adolorida o inflamada. Fiebre: Coloque las hojas de la higuera untadas con manteca en los pies y el abdomen. (16)

**Usos en la medicina tradicional:**

Su aceite se emplea para combatir trastornos digestivos, "erisipela", gripe inflamación de la matriz, dolores estomacales, heridas, inflamaciones, abscesos, reumatismo y también como purgantes. Sin embargo, puede ser tóxico debido a que contiene "alcaloides", que pueden ser venenosos. Las hojas pueden ser empleadas como

"cataplasma" para aliviar padecimientos físicos. La raíz tiene propiedades que ayudan a disminuir la fiebre. (16)

Aumenta la secreción láctica en mujeres con niños lactantes, se colocan sobre los pechos cataplasmas de hojas previamente maceradas en agua caliente. Ayuda a detener la caída del cabello, caspa y seborrea, se mezclan 40 *gr* de aceite de ricino y 100 *gr* de jugo de ortigas, se fricciona con esa mezcla el cuero cabelludo. (16)

Cuando sé esta enfermo del hígado, se presenta atrofia hepática o cirrosis hepática, se puede atacar la enfermedad con una dosis de aceite de ricino aproximadamente 30 a 40 *gr* para adultos y de una a dos cucharadas para niños. (16)

En caso de reumatismo se emplea una tintura hecha con 50 *gr* de hojas frescas en 100 *gr* de alcohol, se macera una semana, se filtra y se aplica localmente sobre las articulaciones. (16)

### **Plaguicida.**

La higuierilla *Ricinus communis* una Euforbiácea que se usó en el pasado en África, en la India y en Latinoamérica para el combate de

plagas. Incluso se llegó a comercializar con el nombre de SPRA KAST. (17)

Actividad contra ácaros: el extracto de hojas y tallos de higuera *R. communis* se ha mostrado efectivo contra ácaros. (17)

Actividad contra bacterias: El extracto de la hoja de higuera *R. communis*, en medio básico o en agua, ha mostrado efecto contra microbacterias y levaduras. (17)

Actividad contra hongos: La planta entera de higuera *R. communis*, hervida en agua, o las semillas machacadas, incorporadas al suelo combaten a los hongos que atacan las raíces, tales como *Rhizoctonia solani* en almácigos y *Colletotrichum coccodes* que provoca marchitamiento en papa. (17)

Actividad contra insectos: La torta de higuera *R. communis* se ha usado en la India como un insecticida. En tanto que en El Salvador se ha incorporado al café para abonarlo y además para repeler a los gusanos que dañan sus raíces. (17)

Recetas:

- En África se utilizaron 0.6 litros de aceite de higuera *R. communis* y 1 kilogramo de jabón en 9 litros de agua para controlar la chinche harinosa, los trips y los gusanos de Lepidoptera.
- En El Salvador, el macerado de 0.5 kilogramos de semilla de higuera *R. communis* en 0.5 litros de alcohol 90°, por dos días, se ha utilizado como insecticida contra plagas del follaje; 75 mililitros del extracto alcohólico por cada 20 litros de agua.
- El extracto acuoso de la hoja y semilla de higuera *R. communis* al 20% disminuyó el consumo foliar del picudo del chile *Anthonomus eugenii* (Coleoptera curculionidae) en El Salvador, de manera que provocó efecto antialimentario en el adulto.
- La intercalación de higuera *R. communis* en el jardín, protege a las demás plantas del daño de hormigas. En tanto que las hojas, y el humo y el aceite de las semillas han mostrado resultados promisorios en el control de hormigas cortadoras.
- El humo producido al tostar y quemar las semillas de higuera *R. communis* mata a las hormigas y evita la reinfestación en los nidos. El aceite de higuera *R. communis* atrae a las hormigas cortadoras *Atta* sp., como se ha observado en Paraguay, por lo

que puede usarse como atrayente alimenticio al mezclarlo con un tóxico.(17)

### **1.6. Biocombustibles en el Ecuador.**

El uso de combustibles fósiles en Ecuador ha estado en constante aumento en las recientes décadas. En particular su uso en vehículos ha crecido tanto por el aumento del parque automotor como por el hecho de que los combustibles fósiles presentan un subsidio en nuestro país. Los principales combustibles en motores vehiculares en Ecuador provienen del petróleo fósil. (20)

En el mundo moderno se empieza a utilizar bio-etanol en diversas mezclas con gasolina, mientras que en los motores a diésel empieza a usarse mezclas con biodiésel. Los países europeos hablan ya de un nivel de reemplazo de biodiésel de hasta un 20% en el diésel fósil. (20).

En Ecuador, se incorporó en las políticas nacionales el apoyo al uso de bio-combustibles por medio del Decreto Ejecutivo 2332, Registro Oficial 482, 15 Diciembre 2004. En el se declara de interés nacional la producción, comercialización y uso de bio-carburantes como

componentes de los combustibles que se consumen en el país, y se crea el Consejo Consultivo de Bio-combustibles. (20)

### **Ventajas de los biocombustibles.**

Los biocombustibles presentan ventaja tanto en el impacto ambiental como el impacto económico.

### **Impacto ambiental**

- 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 diésel ofrecen un beneficio neto de 45 a 71 % menos de emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con la gasolina.
- Los cultivos de semillas de aceite vegetal absorben el CO<sub>2</sub> 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. (22)

### **Impacto económico**

- 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.(22)

### **Desventajas del uso de los biocombustibles**

- El costo de producción de los biocombustibles casi dobla al del de la gasolina o gasóleo (sin aplicar impuestos). Por ello, no son competitivos sin ayudas públicas.
- Se necesitan grandes espacios de cultivo, dado que del total de la plantación sólo se consigue un 7% de combustible.
- Potenciación de monocultivos intensivos, con el consiguiente uso de pesticidas y herbicidas.

- El combustible precisa de una transformación previa compleja. Además, en los bioalcoholes, la destilación provoca, respecto a la gasolina o al gasóleo, una mayor emisión en dióxido de carbono.
- Su uso se limita a un tipo de motor de bajo rendimiento y poca potencia.(21)

# CAPITULO 2

## 2. CARACTERISTICAS BIOCLIMATICAS DEL ECUADOR Y DE LAS CINCO PROCEDENCIAS DE HIGUERILLA.

### 2.1 Datos bioclimáticos de Ecuador.

El Ecuador Continental está situado al Noroeste de América del Sur, entre los 01° 28' de Latitud Norte y 05° 01' de Latitud Sur y desde los 75° 11' en la planicie Amazónica hasta los 81° 01' de longitud Oeste, limitando con el Océano Pacífico. El territorio del Ecuador está dividido en tres regiones naturales claramente definidas entre sí, ya sea por su topografía, clima, vegetación y población. Estas tres regiones son: Costa, Sierra y Oriente. (23)

Debido a su posición geográfica y a la diversidad de alturas impuesta por la cordillera de los Andes, el Ecuador presenta

una gran variedad de climas y cambios considerables a cortas distancias. Se cuentan con climas tropicales y templados, regiones con características subtropicales, también encontramos zonas desérticas, semi-desérticas, estepas frías y cálidas, etc. (23).

En la Región Litoral, las precipitaciones anuales aumentan de Oeste a Este. Los valores más bajos se registran en el sector comprendido entre Manta y la Península de Santa Elena cuyos registros alcanzan los 250 mm.(23)

La temperatura en la Región Interandina o Sierra está vinculada estrechamente con la altura. Entre los 1500 y 3000 m.s.n.m. los valores medios de temperatura varían entre los 10°C y 16°C. En la región Oriental, zona Litoral e Islas Galápagos, la media anual se establece entre los 24 °C y 26°C, con extremos que raramente sobrepasan los 36°C o bajan a menos de los 14°C (23)

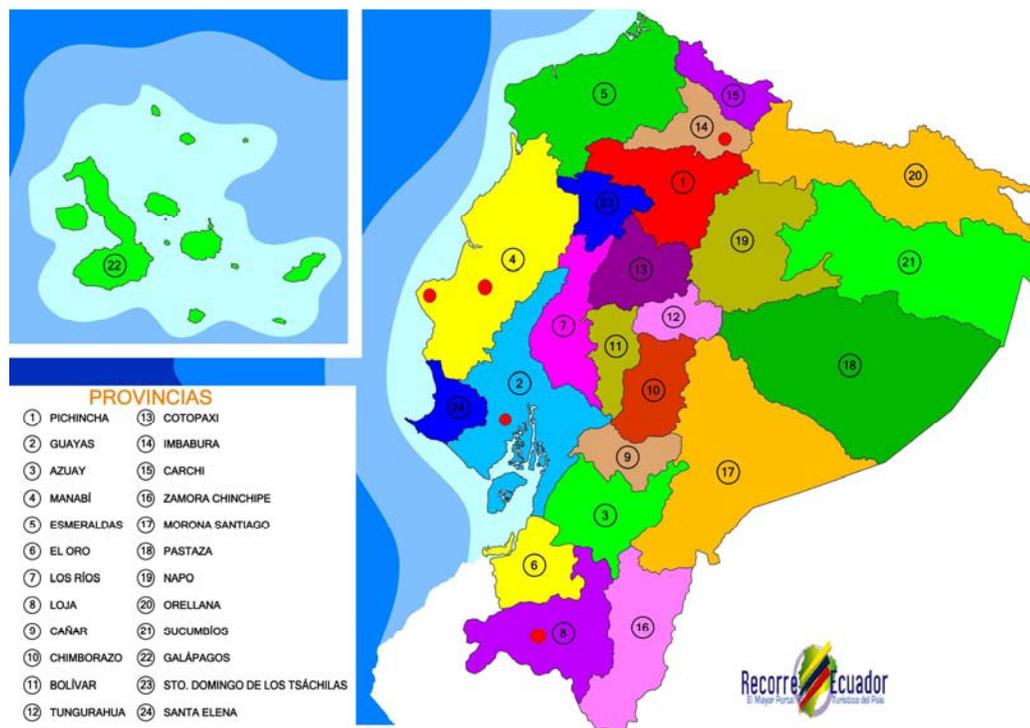
La precipitación en la Región Amazónica, al igual que el noreste de la provincia de Esmeraldas, son las zonas más

lluviosas con totales anuales que fluctúan entre los 3000 y 4000 mm. (23).

La altitud es sin duda, el factor que más contribuye a modificar el clima en nuestro país. Si se considera que partiendo del nivel del mar la temperatura desciende un grado por cada 200 metros de altura, nuestro clima tiene una fluctuación de aproximadamente 31 grados, ya que el nivel de sus tierras va desde 0 metros al nivel del mar hasta 6310 metros que es su máxima altura en las cumbres del Chimborazo. (23)

Para este ensayo se recolectó semillas de cinco lugares que presentaban diferencias agrometeorológicas de 4 diferentes provincias, en Manabí se recolectó de dos cantones en cada cantón una variedad diferente.

Este ensayo pretende identificar cual de las diferentes localidades se adapta mejor al clima del bosque seco tropical para así incentivar su cultivo.



Fuente: Recorre Ecuador (38)

## FIGURA 1. MAPA DEL ECUADOR Y LOCALIZACIÓN DE LOS CINCO ECOTIPOS

### 2.2 Datos bioclimáticos de Imbabura - Ambuqui

En la provincia de Imbabura cantón Ibarra parroquia Ambuqui, pueblo El Chota parte del Valle de Chota, se encuentra situado entre el límite de las provincias de Carchi e Imbabura, a 35 Km. de Ibarra y 89 Km. de Tulcán presenta una altitud de 1560 m.s.n.m que se extiende, con una temperatura promedio anual de 24°C, la precipitación anual es de 375 mm. (24)



Fuente: Guía de Cotacachi (26).

**FIGURA 2. Mapa de Imbabura.**

### 2.3. Datos bioclimáticos de Loja - Quinara

En la provincia de Loja, el lugar donde se obtienen las muestras es en la parroquia de Quinara con las coordenadas geográficas  $4^{\circ} 19'11''$  S y  $79^{\circ} 14' 4''$  O, posee una extensión de  $148,7 \text{ Km}^2$  con una altura sobre el nivel del mar de 2500 y un clima subtropical-seco con temperatura promedió de  $21.1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . (27), la precipitación anual es de 800mm en el valle y cae en los meses desde diciembre hasta abril.(28)



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC. (29).

**FIGURA 3. Mapa de Loja**

#### **2.4. Datos bioclimáticos de Manabí – Jipijapa.**

Este cantón está ubicado al sur de la provincia de Manabí, entre los 1° 30' 01" S y 80° 32' 4" O. El clima de Jipijapa es tropical seco. La temperatura media anual es de 24,6°C, con un promedio anual de precipitaciones de 670mm. (30)

## **2.5 Datos bioclimáticos de Manabí –Manta.**

Se ubica entre las coordenadas geográficas 00° 57' de latitud sur y 80° 42' de longitud oeste, con una altura promedio de 20 msnm. Posee Clima Tropical Mega térmico semi árido, con precipitaciones promedio de 300,2 mm., y humedad relativa media anual del 77%. Su temperatura promedio anual es de 25,6° C, con una variación del rango de temperaturas entre el mes más cálido (Marzo y Abril con 26,8° C) y el mes más frío (Agosto con 24,1 ° C) de 2,7° C. (31)



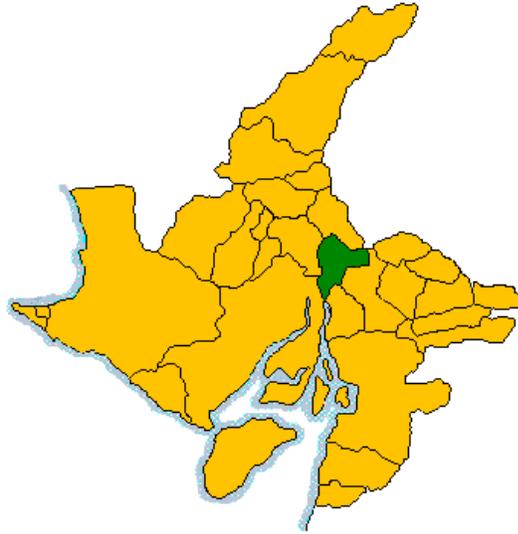
Fuente: Consejo Provincial de Manabí (32).

**FIGURA 4. Mapa de Manabí**

### **2.6. Datos bioclimáticos de Guayas-Samborondón.**

En la provincia del Guayas el lugar donde se obtienen las muestras es en el cantón Samborondón con una extensión de 252 kilómetros cuadrados con una altura sobre el nivel del mar de 6 metros y una temperatura que oscila entre los 30 a 32

grados, en temporada invernal y de 22 a 25 grados en época de verano. La precipitación 620 mm. 1° 53' 59" de latitud Sur y 79° 50' 28" longitud oeste.(33)



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC (34).

**Figura 5. Mapa de Guayas**

# CAPITULO 3

## 3. MATERIALES Y METODOS.

### 3.1. Localización y condiciones agrometereologicas del ensayo.

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 5.**

**DATOS AGROMETEREOLÓGICOS DURANTE EL TIEMPO DE ESTUDIO.**

<b>Mes</b>	<b>Humedad (%)</b>	<b>T (°C )</b>	<b>Precipitación (mm.)</b>
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
<b>Promedio</b>	79	25	
<b>Total</b>			1332,60

Fuente: Estación Metereológica ESPOL (2008)

### 3.2. Materiales.

Para el 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, Samborondón, 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 se utilizó una balanza electrónica.

TABLA. 6

#### Materiales usados.

<b>Campo</b>	<b>Laboratorio</b>
Machete	balanza Eléctrica
Soga	Escalímetro
Piola	tijeras de podar
Cinta métrica	
Escalímetro	

### 3.3. Métodos.

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 tomó 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.

### **3.3.1 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

#### **3.3.1.1 Comparación de los ecotipos en la etapa vegetativa:**

La variable principal en el ensayo fue la altura, la varianza común de la variable de interés fue 108; y una diferencia mínima entre las medias de los tratamientos, de 12 cm; alcanzando el ensayo una potencia superior al 95% en el diseño.

Se trabajó con el área bajo la curva porque los datos de las variables fueron obtenidos en el tiempo.

Se realizó la prueba de normalidad de Shapiro – Wilks, donde los valores  $p$  para las tres variables fue menor que 0.05, no se procedió a realizar la prueba de homogeneidad, por tal motivo se hizo la prueba Kruskal-Wallis para las tres variables, la cual permite realizar un análisis de varianza no paramétrica y comparar distribuciones de 2 o más tratamientos, (Anexo C).

Variables:

- Altura.- se utilizó una cinta métrica 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.

Para validar la investigación se planteó las siguientes hipótesis:

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

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

Ha:  $\neg$  Ho (al menos una de las medianas 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).

El ensayo consistió en:

Tres bloques o repeticiones con los tratamientos bajo proceso de sorteo con un área experimental de 1815 m<sup>2</sup> y cada bloque con 81 m<sup>2</sup> (Anexo B).

La densidad de siembra de *R. communis* fue de 1m x 1m, debido a que el cultivo de higuierilla no está asociado con otro cultivo, a cada

tratamiento se le aplica el efecto de borde dando una parcela de muestreo de 5m x 5m.

### **3.3.1.2 Comparación de las semillas sembradas con las semillas cosechadas.**

Se tomó en cuenta como variable principal el peso de las semillas de *R. communis* a la cual se le realizó la prueba de normalidad de Shapiro – Wilks, donde los valores p para la variable fue menor que 0.05, no se procedió a realizar la prueba de homogeneidad y se hizo la prueba Kruskal-Wallis, la cual permite realizar un análisis de varianza no paramétrica y comparar distribuciones de 2 o más tratamientos, (Anexo G).

Con cada ecotipo se realizó las comparaciones de las semillas antes de ser sembradas y las semillas obtenidas en cada una de las repeticiones para identificar en cual ecotipo se mantiene mayor homogeneidad entre las semillas iniciales y con las semillas obtenidas en las repeticiones.

Variable:

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

Para identificar estadísticamente cual de los ecotipos es más homogéneo en la producción de semillas Se planteó las siguientes 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:  $\tilde{x}_t1 = \tilde{x}_t2 = \tilde{x}_t3 = \tilde{x}_t4 = \tilde{x}_t5$

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 repartición (S)

T4= Tercera repetición (T).

### **3.3.2. Recolección de las semillas.**

Debido a las diferentes condiciones climáticas de las cuatro procedencias, los frutos maduros (verde claro a café) de higerilla se recolectaron en distintos meses.

Desde la floración hasta maduración toma un tiempo promedio de dos meses, es decir cuando los frutos presentan un color verde claro o café.

La recolección de frutos fue manual. En lugares donde la higerilla esta cerca de fuentes de agua, la planta puede fructificar más de una vez al año.

### **3.3.3. Peso y medidas de las semillas recolectadas.**

Una vez recolectados los frutos maduros se procedió a pelarlos y dejar secar las semillas bajo sombra, no en el sol para evitar la muerte del embrión, después se clasificaron escogiendo las semillas de mejor apariencia fenotípica; se tomaron 100 semillas por cada procedencia, registrando el peso y medidas, éstas se compararon con las semillas obtenidas después del ensayo.

#### **3.3.4. Siembra.**

Una semana antes de la siembra se hizo limpieza del terreno, dejando los rastrojos en los bordes, se tomaron las medidas respectivas en el terreno señalando la parcela 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 hoyo.

Después de 28 días de la siembra se tomaron los datos de desarrollo de la planta.

#### **3.3.5. Germinación:**

Se contabilizó la germinación de cada ecotipo según la repetición tomando en cuenta el número de plántulas germinada, las no germinadas y las que fueron trozadas o matadas por hormigas.

#### **3.3.6. Transplante.**

Se realizó transplante en las parcelas solo en las secciones de toma de datos.

### **3.3.7. Desarrollo de las plántulas en fase campo, (Caracterización morfométrica de la etapa vegetativa).**

Por medio de la caracterización morfométrica se encontró diferencias en cuanto al desarrollo de los cinco ecotipos. Se tomó datos cada 2 semanas durante dos meses y medio a partir de 28 días desde la siembra para ver el comportamiento de los ecotipos bajo las condiciones (área experimental) que presentan el bosque seco tropical. Durante el tiempo de estudio se registraron datos de tres variables, altura, diámetro de tallo y número de hojas.

- La altura se midió con una regla, desde la base del tallo hasta la inserción de la hoja más tierna.
- El diámetro de tallo se tomó a la altura de los cotiledones.
- Para el conteo de hojas, del tercio superior de la planta, del grupo de hojas recién emitidas, se tomaron en cuenta solo las que eran capaces de fotosintetizar.

En tercio inferior de la planta generalmente se presentaba una o máximo dos hojas viejas incapaces de fotosintetizar las cuales no eran contadas.

### **3.3.8. Desarrollo de las inflorescencias (Caracterización morfológica de la etapa productiva).**

Se tomó datos cada semana durante dos meses para ver el comportamiento de los ecotipos bajo las condiciones (área experimental) que presentan el bosque seco tropical. Durante el tiempo de estudio se registraron datos de la variable, largo o altura de la inflorescencia.

El largo o la altura de la inflorescencia se la toman a partir de la base de la inflorescencia hasta la punta de la misma sin tomar en cuenta los frutos.

### **3.3.9. Cosecha y producción**

#### **Cosecha:**

Para la realización de la cosecha de los frutos se esperó que estos presenten una madurez adecuada (verde claro a café).

De la cosecha se registraron tres parámetros peso húmedo de la inflorescencia, número de frutos y peso húmedo de frutos. Estos parámetros no son comparativos entre los ecotipos pero si son comparativos entre el mismo ecotipo en las repeticiones.

**Producción:**

Los frutos húmedos se dejaron secar por el periodo de 7 días, a estos se les registro tres parámetros número de semillas, peso de semillas y peso de la cáscara de los frutos. Estos parámetros no son comparativos entre los ecotipos pero si se comparan entre el mismo ecotipo en las repeticiones.

Los parámetros que se analizaron para cosecha y producción entre los ecotipos son número de plantas que presentan inflorescencia por cada ecotipo y el tiempo que se demora en madurar los frutos.

**3.3.10. Peso y medidas de las semillas cosechadas.**

Luego de finalizada la cosecha se procedió a obtener peso y medidas de las semillas cosechas por parcela de las cuales se tomaron 100 semillas por cada parcela del ensayo, las cuales fueron comparadas con los datos obtenidos de las semillas de cada ecotipo antes de la siembra.

# CAPITULO 4

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 4.1. Recolección de semillas

Loja, fue el primer lugar visitado, la recolección se la hizo el 4 de diciembre del 2007 en linderos y terrenos baldíos en el pueblo de Quinara, la mayoría de los frutos estaban maduros. En general en la provincia hay gran cantidad de higerilla en propiedades particulares. La cosecha se da en el mes de Enero y Febrero.

El segundo lugar en recolectar fue Manabí- Jipijapa y Manta, según moradores del sector la cosecha es en el mes de Abril después del invierno, pero si la higerilla tiene suficiente agua puede fructificar antes de tiempo, dando frutos hasta dos veces al año o más, en 1980-1985 se realizaron investigaciones por INIAP con respecto al cultivo de higerilla presentando 2 variedades la INIAP-401 y PORTOVIEJO-67 como las mejores para el cultivo, se cultivaba la

higuerilla para la extracción de aceite para la fabricación de tintas, barnices, lubricantes, en la actualidad se recolectaban semillas de higuerilla para una fábrica que se dedica a la extracción de aceite, el cual es vendido para la elaboración de cosméticos. La recolección de los frutos de higuerilla, fue el 9 de enero del 2008, muchos agricultores de la provincia de Manabí cultivan la higuerilla asociado con el cultivo de maíz.

Imbabura, Ambuqui fue el tercer lugar donde se recolectó los frutos, en linderos y en terrenos baldíos los moradores no le dan mucha importancia a estas plantas. Se recolectó el 19 de enero del 2008, la floración es en septiembre, en diciembre los frutos ya están formados pero verdes y la maduración necesita aproximadamente tres semanas, estando lista para la cosecha en enero.

La última recolección del fruto de higuerilla se hizo el 22 de enero del 2008 en el camino que va al pueblo de Samborondón de la provincia del Guayas, en la zona la higuerilla es bastante familiar para los moradores quienes la han visto en todo el sector especialmente en los terrenos baldíos o terrenos en los cuales no poseen uso agrícola. Los frutos en su mayoría estaban maduros.

#### 4.1.1. Datos metereológicos y época de cosecha de cinco Ecotipos de higuera.

Los ecotipos presentan diferentes condiciones climáticas y de zonas de vida similares como se observa en la tabla 7.

**TABLA. 7**  
**DATOS DE UBICACIÓN Y METEREOLÓGICOS DE LAS PROCEDENCIAS DE ECOTIPOS.**

<b>PROVINCIA</b>	<b>Manabí 1</b>	<b>Manabí 2</b>	<b>Loja</b>	<b>Imbabura</b>	<b>Guayas</b>
<b>Cantón</b>	Jipijapa	Manta	Loja	Ibarra	Samborondón
<b>Parroquia</b>	El Anegado	San Lorenzo	Quinara	Ambuqui	Samborondón
<b>Comuna</b>	Sucre			El Chota	Aurora
<b>Zona de Vida</b>	m.e.T.	m.e.T.	m.e.P.M.	m.e.P.M	m.d.T.
<b>Temperatura</b>	24 -26 °C	25-26 °C	18 – 24 °C	18 – 24 ° C	30-32 °C
<b>Precipitación (mm)</b>	670	300,2	800	375	620
<b>Altitud (m)</b>	0-600	0-20	1800-2500	1800-2000	0-15
<b>Época lluvia</b>	Ene.-Abr	Ene.-Abr	Dic-Abr	Feb-Nov	Ene-Abr
<b>Meses secos</b>	May-Dic	May-Dic	7 meses	Dic-Ene	May-Dic
<b>floración</b>	Julio	Julio	Oct-Nov	Oct	Ago
<b>Recolección</b>	09/01/2008	09/01/2008	04/12/2007	19/01/2008	22/01/2008
Según, El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador, Luís Cañadas y Datos de campo. (39)					

#### 4.1.2. Medidas y peso de semillas.

El peso más alto de cien semillas registro Jipijapa, seguido por Manta, Samborondón, luego Quinara y por último Ambuqui como se muestra en la tabla 8.

**TABLA.8**

#### **MEDIDAS Y PESO DE SEMILLAS DE *R. communis*. POR ECOTIPO.**

<b>Procedencia</b>	<b>Medidas (cm.)</b>		<b>Peso (g)</b>	<b>Peso (g)</b>
	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Promedio</b>	<b>100 semillas</b>
Manabí - Jipijapa	1,83	1,37	0,93	92,8
Manabí - Manta	1,75	1,12	0,72	71,84
Guayas-Samborondón	0,99	0,61	0,26	25,57
Loja-Quinara	1,05	0,61	0,17	17,23
Imbabura-Ambuqui	0,98	0,62	0,17	17,2

El ecotipo de Jipijapa presenta el mayor peso debido a que la precipitación es de 670mm y a la altitud de 300 msnm si la comparamos con el ecotipo de Ambuqui que se disemina en una precipitación de 375 mm y una altitud de 1900 msnm

#### 4.2. Germinación de ecotipos

La germinación es epigea y comienza al sexto día después de la siembra, se toma hasta quince días para la germinación total, los resultados de la germinación se presentan en la tabla 9.

**TABLA. 9**  
**PORCENTAJE DE GERMINACIÓN Y ATAQUE DE HORMIGAS POR**  
**REPETICIÓN.**

Tratamientos	Primera repetición		Segunda repetición		Tercera repetición	
	% Ger	% hor	% Ger	% hor	% Ger	% hor
Ambuqui	25		96	3	98	1
Manta	80	7	92	6	88	11
Samborondón	80	2	80	1	93	1
Quinara	63	1	73	2	60	21
Jipijapa	54	2	82	4	85	3

En la primera repetición el ecotipo de Ambuqui presento una germinación del 25% debido a que la parcela se encontraba en un área donde se concentraba el agua de lluvia y como consecuencia las semillas se ahogaron, esta parcela para el ensayo y los análisis estadísticos se presenta como parcela perdida.

El ecotipo de Ambuqui presento la mejor germinación siendo del 97% seguido de los ecotipos de Manta con una germinación del 86% y Samborondón con una germinación del 84% mientras que el ecotipo de Quinara presenta la menor germinación siendo del 65%

Adicionalmente se hizo un análisis con respecto a la susceptibilidad al ataque de hormigas, se obtuvo que los ecotipos mas susceptibles

son Manta y Quinara mientras los más resistentes son Ambuqui y Samborondón.

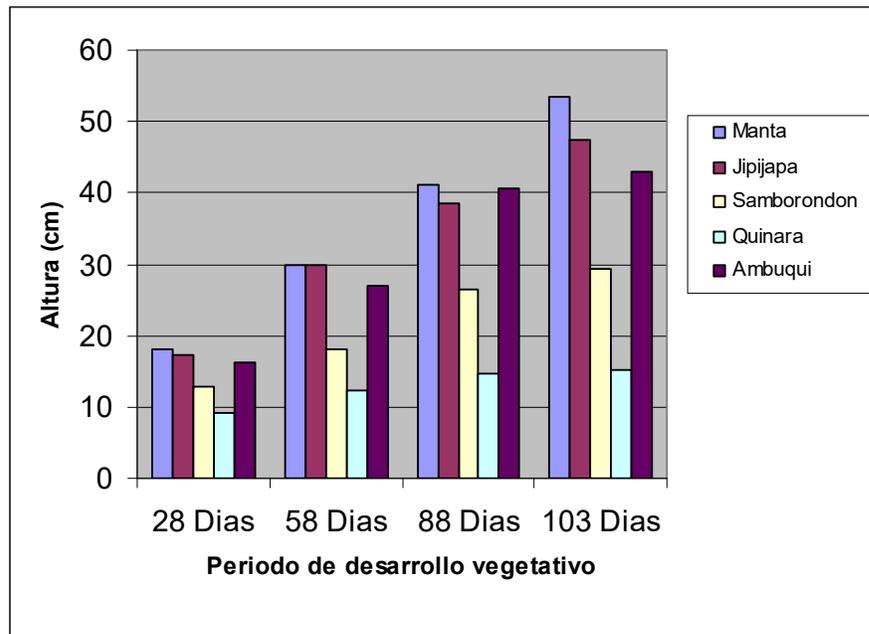
#### **4.3. Desarrollo de las plantas en campo (caracterización morfométrica de la etapa vegetativa)**

El desarrollo de los ecotipos para las variables morfométricas tuvo un desarrollo creciente durante los tres meses de evaluación, el análisis se hizo para las variables; altura, diámetro y número de hojas.

##### **4.3.1 Variable altura:**

###### **4.3.1.1 Análisis descriptivo:**

Al analizar la variable altura se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la figura 6.

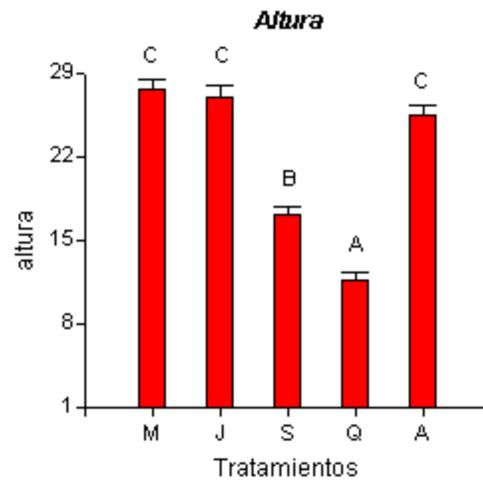


**FIGURA.6 INCREMENTO MENSUAL DE ALTURA POR PROCEDENCIA.**

A los 88 y 103 días los ecotipos que presentan mejor desarrollo son el de Manta, Jipijapa y Ambuqui siendo el de mayor desarrollo el de Manta mientras que el ecotipo que presentó menor desarrollo en todo el periodo de estudio fue el de Quinara.

#### **4.3.1.2. Análisis estadístico:**

Los resultados estadísticos para la variable Altura demuestran que 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%

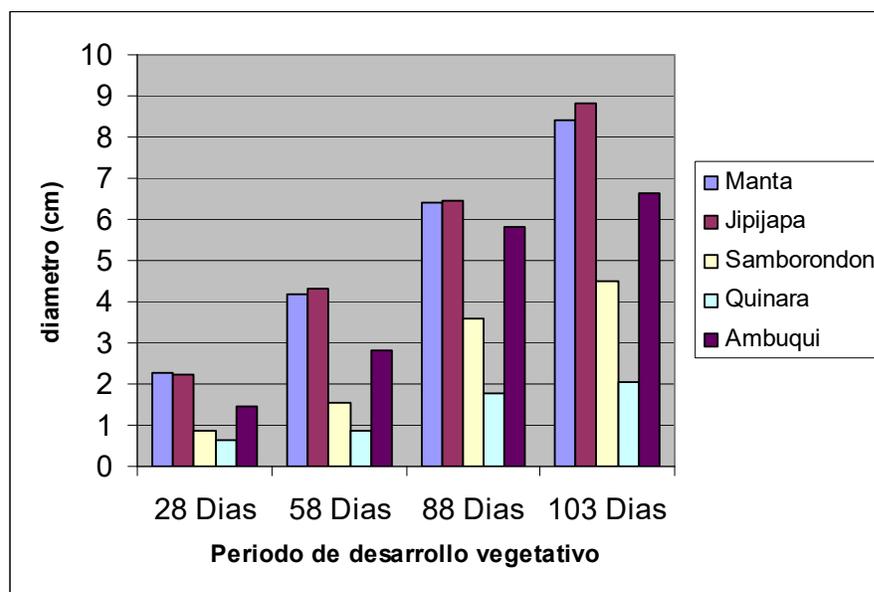
**FIGURA 7. GRÁFICO DE BARRAS PARA LA VARIABLE  
ALTURA, POR TRATAMIENTO**

Según los resultados de la prueba de Kruskal Wallis el valor de  $p$  es 0,0001, menor que 0.05 de significancia, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son diferentes, rechazando la hipótesis nula que indica que todos los tratamientos son iguales bajo las condiciones agroecológicas del área experimental, (Anexo D).

#### 4.3.2. Variable diámetro.

##### 4.3.2.1. Análisis descriptivo.

Al analizar la variable diámetro del tallo se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestran en la figura 8.

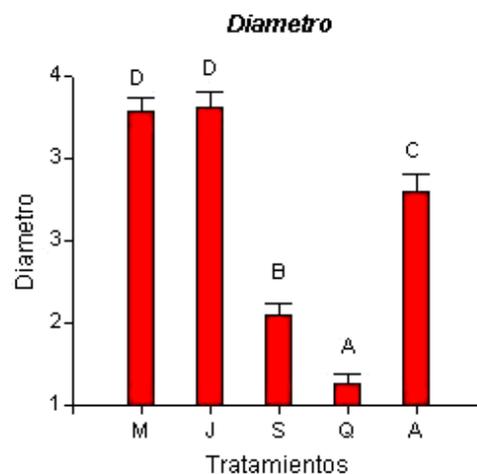


**FIGURA.8 INCREMENTO MENSUAL DE DIAMETRO POR PROCEDENCIA.**

Los ecotipos de Manta, Jipijapa presentaron el mejor desarrollo del diámetro del tallo, mientras que el ecotipo que presento el menor desarrollo del diámetro del tallo fue el de Quinara.

#### 4.3.2.2. Análisis estadístico.

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%

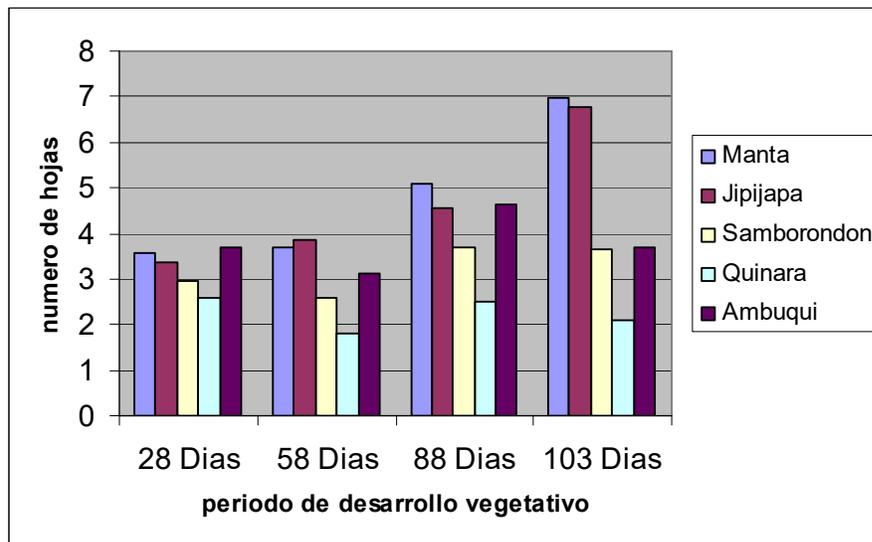
**FIGURA 9. GRÁFICO DE BARRAS PARA LA VARIABLE DIÁMETRO, POR TRATAMIENTO**

Para la variable diámetro el valor de significancia de  $p$  es 0,0001, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son diferentes, rechazando la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos son iguales, (Anexo E).

### 4.3.3. Variable número de hojas.

#### 4.3.3.1. Análisis descriptivo.

Al analizar la variable número de hojas se obtuvieron los siguientes resultados, que se muestra en la figura 10.

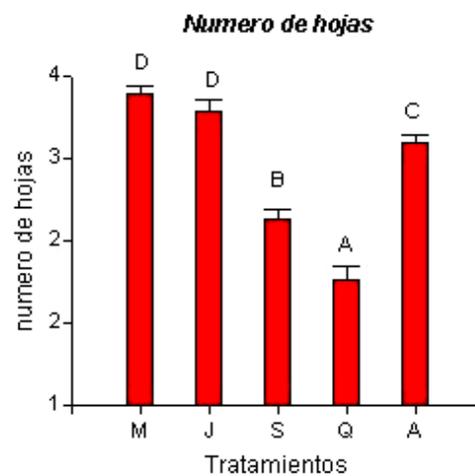


**FIGURA.10 INCREMENTO MENSUAL DE NÚMERO DE HOJAS.**

A los 88 días los ecotipos de Manta, Jipijapa y Ambuqui presentaron el mayor número de hojas, mientras que el ecotipo que presentó el menor número de hojas fue el de Quinara.

#### 4.3.3.2. Análisis estadístico.

Para la variable número de hojas, 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 11. GRÁFICO DE BARRAS PARA LA VARIABLE  
NÚMERO DE HOJAS, POR TRATAMIENTO**

Para la variable número de hojas el valor de significancia de  $p$  es 0,0001, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son diferentes rechazando la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos son iguales, (Anexo F).

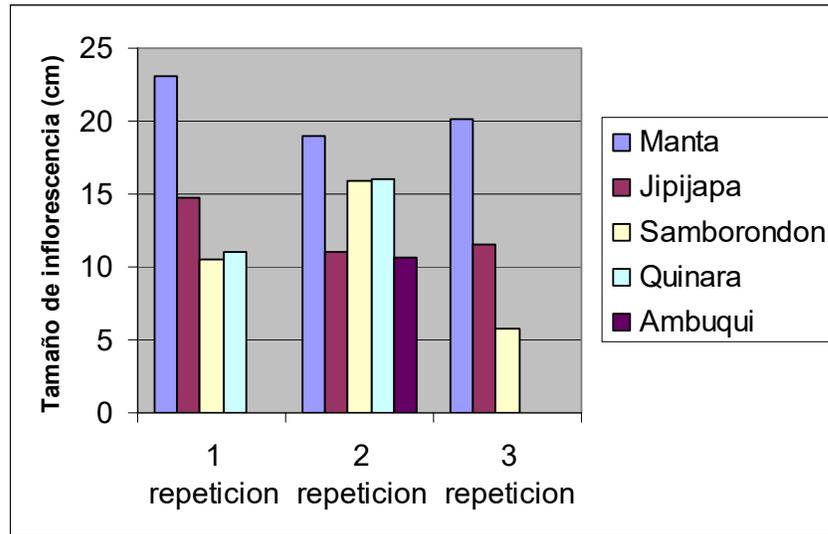
#### **4.4. Desarrollo de las inflorescencias (Caracterización morfométrica de la etapa productiva).**

El ecotipo Manta presento floración a los 103 días desde la siembra como se observa en la figura 12.



**FIGURA.12 FLORACIÓN – ECOTIPO MANTA**

Se comparó el tamaño de las inflorescencias de cada ecotipo, las inflorescencias se presentaron en diferentes semanas y con diferente tamaño en cada ecotipo. Como se observa en la figura 13.

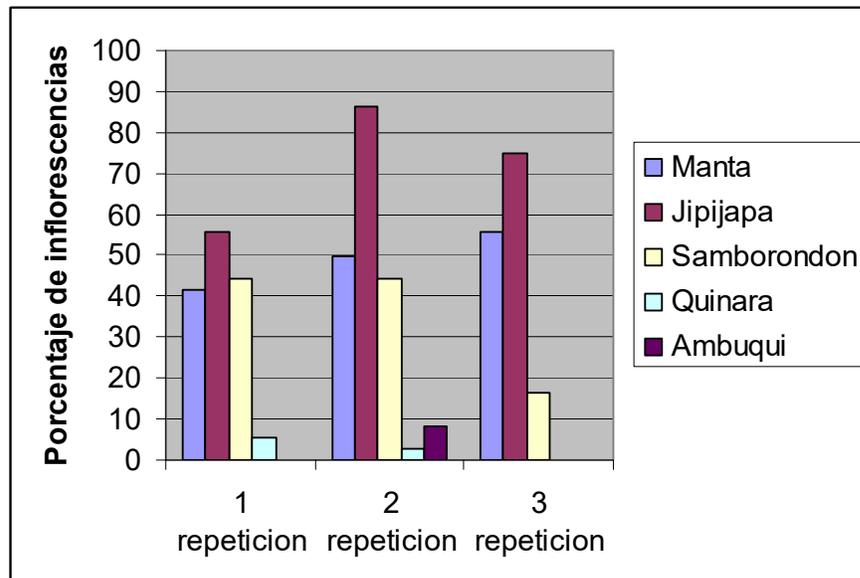


**FIGURA.13 TAMAÑO DE LAS INFLORESCENCIAS EN CADA REPETICIÓN**

El ecotipo de Manta es el que presenta mayor tamaño de la inflorescencia en las 3 repeticiones, el ecotipo de Quinara y Samborondón en la segunda repetición presento mayor tamaño que el ecotipo de Jipijapa. El ecotipo de Ambuqui solo presento inflorescencia en la segunda repetición.

#### 4.5. Cosecha y producción

En ninguno de los ecotipos se presentó el 100% de plantas con Racimo (inflorescencia). Como se observa en la figura 11.



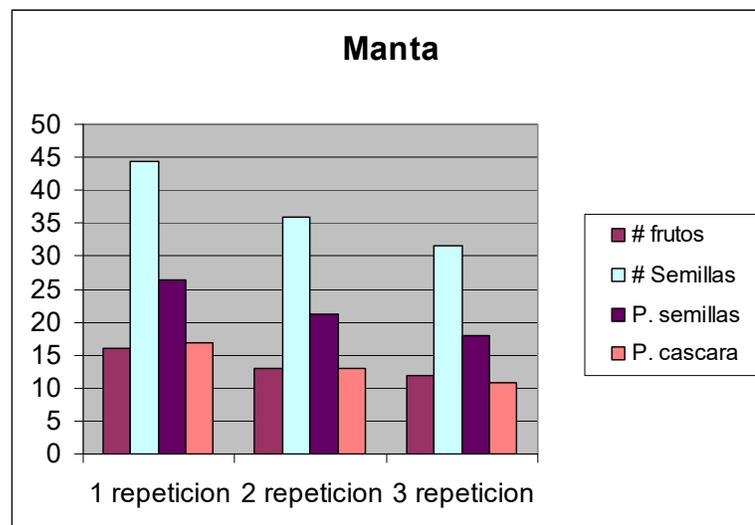
**FIGURA.14 PORCENTAJE DE PRESENCIA DE RACIMOS POR REPETICIONES.**

El ecotipo que obtuvo mayor porcentaje de plantas con racimos fue el de Jipijapa que en la 2 repetición llegó a tener más del 80% de plantas con racimos, el segundo ecotipo con mayor porcentaje de racimos fue el de Manta seguido por el ecotipo de Samborondón mientras que los ecotipos de Quinara y Ambuqui son los que presentaron poco desarrollo de racimos.

En los ecotipos de Manta y Jipijapa maduraron los frutos a los 63 días de la presencia del racimo mientras que el ecotipo de Samborondón maduraron los frutos a los 49 días. En el caso de los ecotipos de Quinara y Ambuqui maduro los racimos a los 42 días.

#### 4.5.1. Cosecha y producción del ecotipo de Manta en cada repetición.

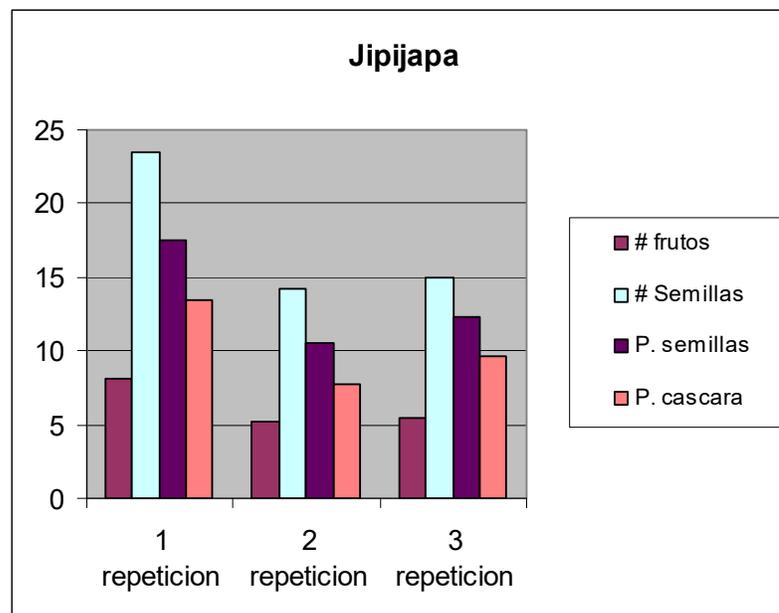
En el ecotipo de Manta se observó que el mayor rendimiento se presentó en la primera repetición mientras que el menor rendimiento se presentó en la tercera repetición, figura 15.



**FIGURA.15 DATOS DE COSECHA Y PRODUCCIÓN DEL ECOTIPO DE MANTA EN CADA REPETECIÓN.**

#### 4.5.2. Cosecha y producción del ecotipo de Jipijapa en cada repetición.

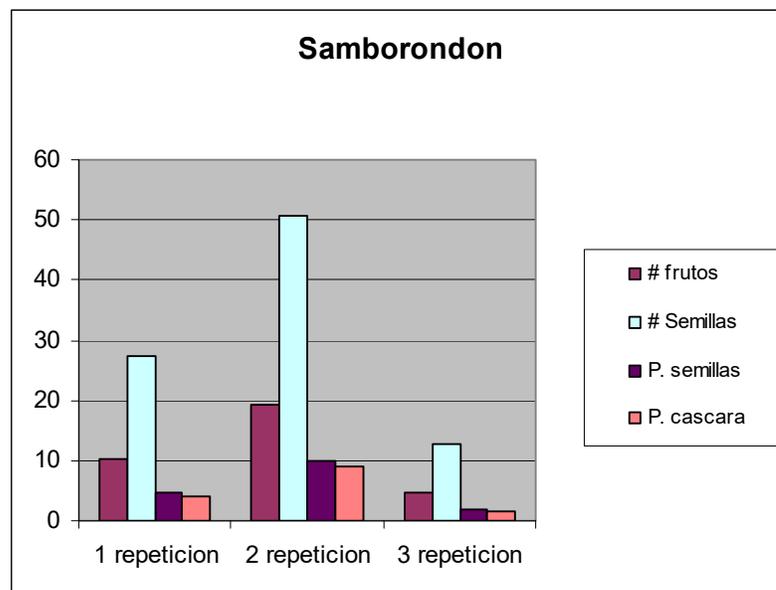
En el ecotipo de Jipijapa se observó que el mayor rendimiento se presentó en la primera repetición mientras que el menor rendimiento se presentó en la segunda repetición. Figura 16.



**FIGURA.16 DATOS DE COSECHA Y PRODUCCIÓN DEL ECOTIPO DE JIPIJAPA EN CADA REPETICIONES.**

#### 4.5.3. Cosecha y producción del ecotipo de Samborondón en cada repetición.

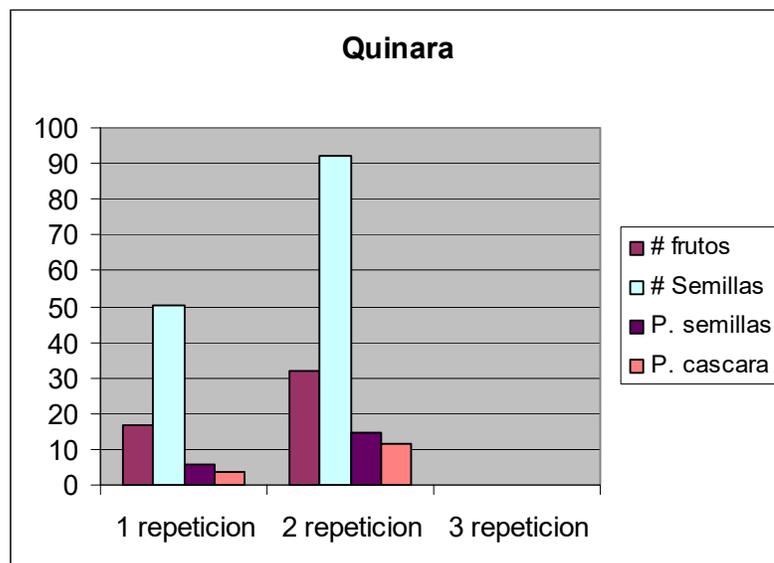
En el ecotipo de Samborondón se observó que el mayor rendimiento se presentó en la segunda repetición mientras que el menor rendimiento se presentó en la tercera repetición. Figura 17.



**FIGURA.17 DATOS DE COSECHA Y PRODUCCIÓN DEL ECOTIPO DE SAMBORONDÓN EN CADA REPETICIONES.**

#### 4.5.4. Cosecha y producción del ecotipo de Quinara en cada repetición.

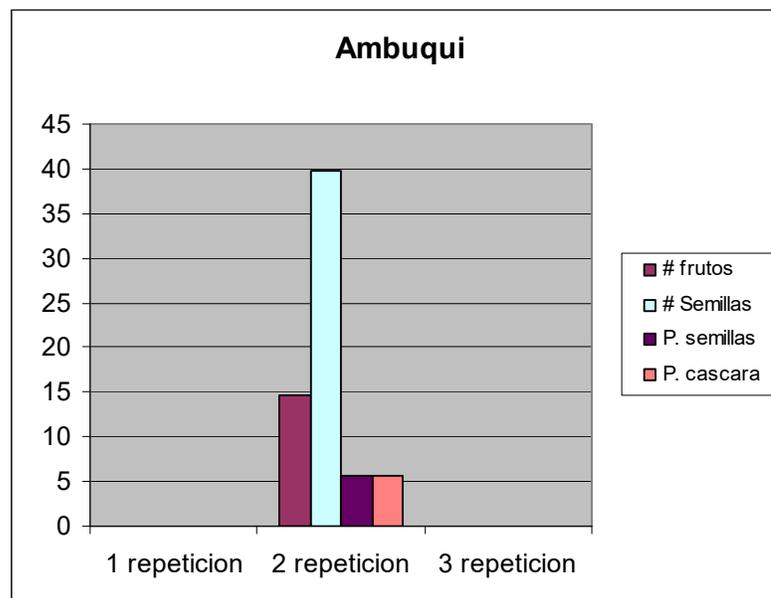
En el ecotipo de Quinara se observó que el mayor rendimiento se presentó en la segunda repetición, no se obtuvieron datos de la tercera repetición ya que no se presentaron plantas con inflorescencia figura 18.



**FIGURA.18 DATOS DE COSECHA Y PRODUCCIÓN DEL ECOTIPO DE QUINARA EN CADA REPETICIONES.**

#### 4.5.5. Cosecha y producción del ecotipo de Ambuqui en cada repetición.

En el ecotipo de Ambuqui solo se obtuvieron datos de cosecha en la segunda repetición ya que en la primera se perdió la parcela por efecto de terreno pantanoso y en la tercera repetición no se presentó floración figura 19.



**FIGURA.19 DATOS DE COSECHA Y PRODUCCIÓN DEL ECOTIPO DE AMBUQUI EN CADA REPETICIONES.**

#### 4.6. Peso y medidas de las semillas cosechadas.

##### 4.6.1. Análisis descriptivo:

El peso y las medidas de las semillas cosechadas se las comparó con los datos obtenidos de las semillas que se sembraron para determinar cual ecotipo mantiene las características iniciales, y si las mismas son influenciadas por factores climáticos del sector de la siembra, esto se puede observar en la tabla 12.

**TABLA. 10**  
**MEDIDAS Y PESO DE SEMILLAS DE *R. communis*. POR**  
**REPETICIONES DE LOS ECOTIPOS.**

		1 repetición	2 repetición	3 repetición	Iniciales
<b>Manabí Jipijapa</b>	Largo	1,72	1,67	1,73	1,83
	Ancho	1,29	1,26	1,31	1,37
	peso promedio	0,8	0,74	0,85	0,93
	peso 100 semillas	79,56	73,97	85,22	92,8
<b>Manabí Manta</b>	Largo	1,66	1,62	1,67	1,75
	Ancho	1,07	1,06	1,07	1,12
	peso promedio	0,61	0,58	0,6	0,72
	peso 100 semillas	60,84	58,36	60,02	71,84
<b>Guayas Samborondón</b>	Largo	1,1	1,06	0,9	0,99
	Ancho	0,65	0,69	0,61	0,61
	peso promedio	0,17	0,2	0,13	0,26
	peso 100 semillas	16,98	19,84	9,42	25,57
<b>Loja Quinara</b>	Largo	0,89	0,98	0	1,05
	Ancho	0,52	0,6	0	0,61
	peso promedio	0,11	0,16	0	0,17
	peso 100 semillas	11,19	14,31	0	17,23
<b>Imbabura Ambuqui</b>	Largo	0	0,99	0	0,98
	Ancho	0	0,63	0	0,62
	peso promedio	0	0,15	0	0,17
	peso 100 semillas	0	14,81	0	17,2

En el ecotipo de Manabí-Jipijapa se observa que en la segunda repetición se obtuvieron los valores más bajos en peso como en las medidas del ecotipo.

En el ecotipo de Manabí-Manta se observa que en la segunda repetición se obtuvieron los valores más bajos tanto en peso como en las medidas del ecotipo.

En el ecotipo de Guayas-Samborondón se observa que en la tercera repetición se obtuvieron los valores más bajos tanto en peso como en las medidas del ecotipo. En la primera repetición se obtuvieron valores más altos con respecto a las medias de las semillas iniciales.

En el ecotipo de Loja-Quinara se observa que en la primera repetición se obtuvieron los valores más bajos tanto en peso como en las medidas del ecotipo. En la tercera repetición no se registró producción en el ecotipo.

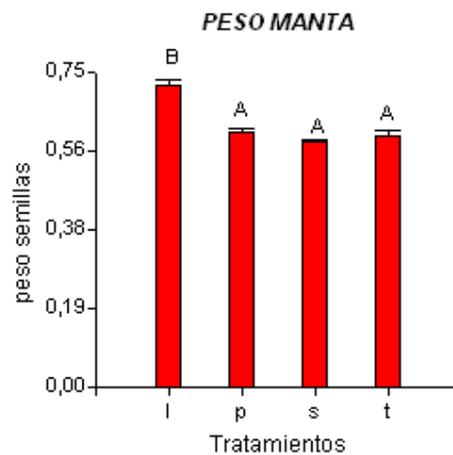
En el ecotipo de Imbabura-Ambuqui las semillas de la segunda repetición presentaron mayor tamaño de las semillas pero menor peso con respecto a las semillas iniciales, no se presentan datos en

la primera repetición por pérdida de y en la tercera repetición no se registró producción en el ecotipo.

#### 4.6.2. Análisis estadístico:

##### 4.6.2.1. Peso semillas Manta.

Para la variable peso, en la 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%

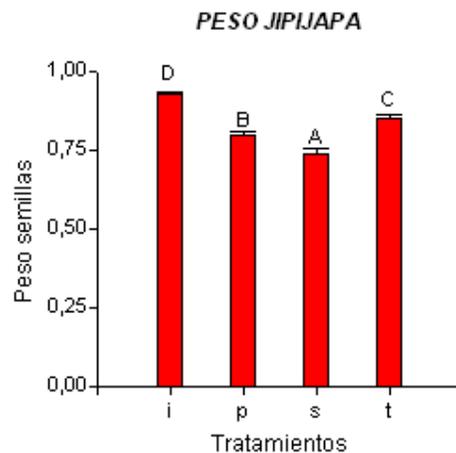
**FIGURA 20. GRÁFICO DE BARRAS DE LA VARIABLE PESO DE SEMILLAS DE MANABÍ, POR TRATAMIENTO**

En el ecotipo Manabí el valor de significancia de p es 0,0001, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son

diferentes, rechazando la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos son iguales, (Anexo H).

#### 4.6.2.2. Peso semillas Jipijapa.

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



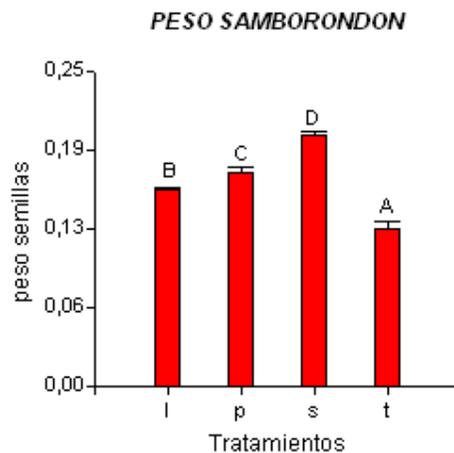
Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

**FIGURA 21. GRÁFICO DE BARRAS DE LA VARIABLE PESO DE SEMILLAS DE JIPIJAPA, POR TRATAMIENTO**

En el ecotipo Jipijapa el valor de significancia de p es 0,0001, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son diferentes, rechazando la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos son iguales, (Anexo I).

#### 4.6.2.3. Peso semillas Samborondón.

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



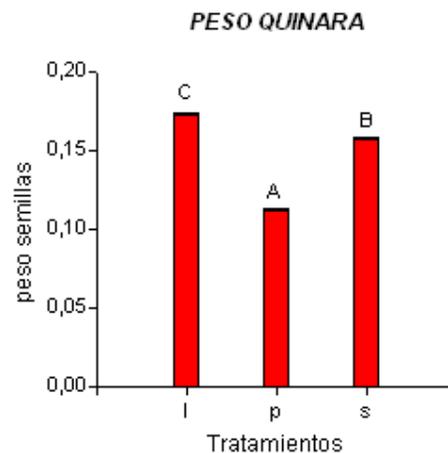
Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

**FIGURA 22. GRÁFICO DE BARRAS DE LA VARIABLE PESO DE SEMILLAS DE SAMBORONDON, POR TRATAMIENTO**

En el ecotipo Samborondón el valor de significancia de p es 0,0001, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son diferentes, rechazando la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos son iguales, (Anexo J).

#### 4.6.2.4. Peso semillas Quinara.

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



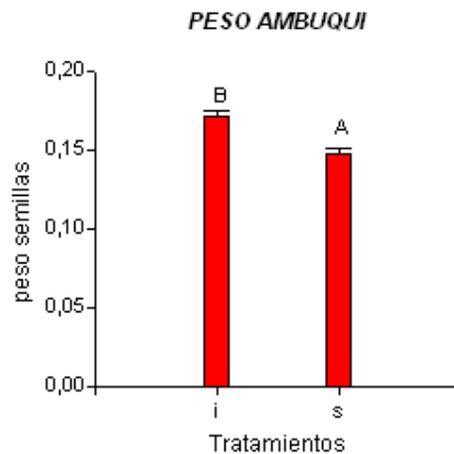
Letras distintas muestran diferencias estadísticas significativas al 5%

**FIGURA 23. GRÁFICO DE BARRAS DE LA VARIABLE PESO DE SEMILLAS DE QUINARA, POR TRATAMIENTO**

En el ecotipo Quinara el valor de significancia de  $p$  es 0,0001, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son diferentes, rechazando la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos son iguales, (Anexo K).

#### 4.6.2.5. Peso semillas Ambuqui.

Para la variable peso, todos los tratamientos se presentan estadísticamente diferentes entre sí. 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 24. GRÁFICO DE BARRAS DE LA VARIABLE PESO DE SEMILLAS DE AMBUQUI, POR TRATAMIENTO**

En el ecotipo Ambuqui el valor de significancia de  $p$  es 0,0001, lo que indica que la distribución de los datos por tratamientos son diferentes, rechazando la hipótesis nula que dice que todos los tratamientos son iguales, (Anexo M).

# CAPÍTULO 5

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### 5.1. Conclusiones.

1. Se encontraron diferencias estadísticas para las variables de altura, diámetro y número de hojas, para los ecotipos 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 sí 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 sí.

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 sí 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 presento 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 presento como el más 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.

## **5.2. Recomendaciones.**

1. La higuera es una buena opción para cultivar 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 higuera 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 biodiésel.
  
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.

## BIBLIOGRAFIA

1. Rodríguez Marat, Director Estación Experimental Portoviejo del INIAP, 2006, AVANZAN INVESTIGACIONES DEL INIAP EN EL CULTIVO DEL PIÑON Y HIGUERILLA.(En línea) Consultado el 20 de Enero del 2008, Disponible en ([http://www.iniap-ecuador.gov.ec/noticia.php?id\\_noticia=223](http://www.iniap-ecuador.gov.ec/noticia.php?id_noticia=223))
2. Oñate A. Jorge UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA, obtención de jabón a partir del aceite de higuera obtención de jabón a partir del aceite de higuera, (en línea). consultado el 25 de enero del 2008, disponible en <http://www.upse.edu.ec/industrial/proyectosestudiantiles.doc>
3. HIGUEROIL DE COLOMBIA (en línea) consultado el 21 de enero del 2008 disponible en <http://www.higeroil.com/>

4. INIAP, Bases de Datos del INIAP, (En línea), consultado el 27 de febrero del 2008, disponible en [http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/search\\_terms.php?dbinfo=FICHAS&qtype=search&words=HIGUERILLA](http://mail.iniap-ecuador.gov.ec/isis/search_terms.php?dbinfo=FICHAS&qtype=search&words=HIGUERILLA))
5. Martínez, M., 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica, México, D.F.
6. 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](http://www.cohep.com/Centro_doc/cies%20-%20La%20Higuerilla.doc)
7. Eugen Köhler Franz, 1883-1914., Köhlers Medizinal-Pflanzen in naturgetreuen Abbildungen und kurz erläuterndem Texte, (En línea), consultado el 15 de febrero del 2008, disponible <http://caliban.mpiz-koeln.mpg.de/~stueber/koehler/>
8. Villar David, Ortiz Diaz Juan Javier; 2006, PLANTAS TOXICAS DE INTERES VETERINARIO; Editorial ELSEVIER MASSON.

9. Delgado S. Federico, Medellín 17 de junio de 2006, 1er evento internacional higuierilla (en línea) consultado el 25 de Febrero del 2008 disponible en [www.higueroil.com](http://www.higueroil.com).
10. GERB GARDEN, Higuierilla (Castor oil plant), (en línea), consultado el 10 de Febrero del 2008, disponible en <http://www.ehmsa.com/pagina.asp?area=11&id=15>
11. Larosa Rodolfo J., Proceso para la producción de BIODIESEL(metilester o esteres metílicos de ácidos grasos), (en línea), onultado el 12 de Febrero del 2008, disponible en [http://www.inia.org.uy/gras/cc\\_cg/biocombustibles/r\\_larosa\\_prod\\_biodiesel.pdf](http://www.inia.org.uy/gras/cc_cg/biocombustibles/r_larosa_prod_biodiesel.pdf)
12. Rubió Gustavo, 2005, LOS BIOCMBUSTIBLES: 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](http://www.fao.org/sd/dim_en2/bioenergy/docs/working1_es.doc)

- 13.** Restrepo Mejia León Jaime, 2006, BIODIESEL COMO COMBUSTIBLE (en línea) consultado 26 Marzo del 2008, disponible en <http://higuerillo.blogspot.com/2006/03/biodiesel-como-combustible.html>
- 14.** centauroquimica, (en línea), consultado el 28 de Febrero del 2008 <http://www.centauroquimica.com.ar/ACEITE%20DE%20RICINO.htm>
- 15.** Albarraci Aguillon Pedro, Lubricantes ecologicos , biodegradables y no toxicos, (en línea) consultado el 16 Marzo del 2008, disponible en [http://www.ingenierosdelubricacion.com/articulos/lubricantes\\_ecologicos2.htmh](http://www.ingenierosdelubricacion.com/articulos/lubricantes_ecologicos2.htmh)
- 16.** Trinidad Gonzáles Garduño Cindy, 2008, La higuerilla (Ricinus communis L.), notas y usos de Elia Méndez Salazar, (en línea), consultado el 27 de Marzo del 2008, disponible en [http://www.tlahui.com/medic/medic25/higuerilla\\_elia.htm](http://www.tlahui.com/medic/medic25/higuerilla_elia.htm)

- 17.** Rodríguez Hernández Cesáreo, 2008, La higuera: una alternativa contra las plagas, (en línea) consultado el 20 de Agosto del 2008, disponible en [http://www.caata.org/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=97](http://www.caata.org/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=97)
- 18.** G. Sarwar and M. Boota Chaudhry, Spanish Journal of Agricultural Research 2008, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentación (INIA); Comunicación corta. Evaluación de diferentes parámetros genéticos de mutantes de ricino (*Ricinus communis* L.) (en línea), consultado el 25 abril del 2008, disponible en [http://www.inia.es/gcontrec/pub/629-634\\_SC\\_Evaluation\\_of\\_castor\\_1228219222390.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/629-634_SC_Evaluation_of_castor_1228219222390.pdf)
- 19.** Sin Mayor Adriana Lic., Larionova María Ing., Apecechea Marta R. Lic., Lázaro del Valle Lic., Tec. Noralba Johnston. efecto de la fracción FRC2A de las hojas de *Ricinus communis* L. sobre la viabilidad de neutrófilos humanos. (en línea), consultado el 30 septiembre del 2008, disponible en [http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol36\\_s\\_02/F%20Producciones%20Plantas%20y%20Prod.%20Natya.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/far/vol36_s_02/F%20Producciones%20Plantas%20y%20Prod.%20Natya.pdf)

- 20.** Barriga R. Alfredo PhD, 2007, Producción y Usos de Aceites Vegetales y Biodiesel en Ecuador, (en línea), consultado el 10 de septiembre del 2008, disponible en <http://www.cdts.espol.edu.ec/documentos/biodiesel>.
- 21.** Cardona Villada Wilson Dr., 2006, BIOCOMBUSTIBLES: ¿Fuentes agotables o inagotables de energía?, (en línea), consultado el 20 de julio del 2008, disponible en [http://www.atinabiotec.cl/content/view/181/BIOCOMBUSTIBLES\\_Fuentes\\_agotables\\_o\\_inagotables\\_de\\_energia.html](http://www.atinabiotec.cl/content/view/181/BIOCOMBUSTIBLES_Fuentes_agotables_o_inagotables_de_energia.html)
- 22.** 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>
- 23.** (INAMHI), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Estudios climatológicos, Características generales del clima en el Ecuador. (en línea), Consultado el 24 de Julio del 2008. Disponible en: [www.inamhi.gov.ec/](http://www.inamhi.gov.ec/).

- 24.** Dirección de turismo Municipio de San Miguel de Ibarra, Ruta: Valle del Chota, (en línea), consultado el 11 de septiembre del 2008, disponible en [http://www.ibarraturismo.com/valle\\_chota.php](http://www.ibarraturismo.com/valle_chota.php)
- 25.** Recorre Ecuador, 2007, Provincia de Imbabura, (en línea), consultado el 15 de septiembre del 2008, disponible en <http://www.recorreecuador.com/imbabura/provincia-de-imbabura>.
- 26.** Cotacachi, bienvenidos a Cotacachi, (en línea), consultado el 30 de Abril del 2008, disponible en [www.cotacachi.gov.ec](http://www.cotacachi.gov.ec)
- 27.** Jaramillo Mónica, 2006, Quinara, (en línea) consultado el 20 de Abril del 2008, disponible en [http://200.24.192.171/turismo/index2.php?option=com\\_content&task=view&id=79&l...](http://200.24.192.171/turismo/index2.php?option=com_content&task=view&id=79&l...)

- 28.** Exploring Ecuador, Guía Naturista de Vilcabamba, (en línea), consultado el 25 de Abril del 2008, disponible en [http://www.exploringecuador.com/espanol/sp\\_ar\\_guia\\_naturista\\_vilcabamba.htm](http://www.exploringecuador.com/espanol/sp_ar_guia_naturista_vilcabamba.htm)
- 29.** INEC, 2001, densidad poblacional, (en línea), consultado el 12 de Agosto del 2008, disponible en [www.inec.gov.ec/c/document\\_library/get\\_file?folderId=45235&name=DLFE-5625.pdf](http://www.inec.gov.ec/c/document_library/get_file?folderId=45235&name=DLFE-5625.pdf)
- 30.** Municipalidad de San Lorenzo de Jipijapa, (en línea), consultado el 15 de Agosto del 2008, disponible en [http://www.jipijapa.gov.ec/home/index.php?option=com\\_content&view=article&id=14&Itemid=34](http://www.jipijapa.gov.ec/home/index.php?option=com_content&view=article&id=14&Itemid=34)
- 31.** Municipio de Manta, (en línea), consultado el 16 de Agosto del 2008, disponible en <http://www.ame.gov.ec/frontEnd/municipios/mainMunicipios.php?idSeccion=11614&idMunicipios=240>

- 32.** Consejo Provincial de Manabí, (en línea), consultado 17 de Agosto del 2008, disponible en <http://www.manabi.gov.ec/cantones0-manabitas/>.
  
- 33.** Municipalidad de Samborondón, (en línea), consultado el 20 de Agosto del 2008, disponible en [http://www.samborondon.gov.ec/index.php?option=com\\_content&task=section&id=1&Itemid=54](http://www.samborondon.gov.ec/index.php?option=com_content&task=section&id=1&Itemid=54)
  
- 34.** INEC, 2001, VI Censo de Población y V de Vivienda (cantón Samborondón), (en línea), consultado el 25 de Agosto del 2008, disponible en [www.inec.gov.ec/c/document\\_library/get\\_file?folderId=295154&name=DLFE-13323.pdf](http://www.inec.gov.ec/c/document_library/get_file?folderId=295154&name=DLFE-13323.pdf)
  
- 35.** Mendoza Segundo Reyes Heriberto, INIAP, boletín divulgativo No. 177 Estación Experimental "Portoviejo"; 1985, GUIA DEL CULTIVO DE HIGUERILLA.

- 36.** San Miguel Moncin M. Del Mar, 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](http://www.e-rinitis.com/polinosis/pdf-zip/3_6_ricinus_comunis.pdf)
- 37.** Herbotecnia, Ricino, (en línea), consultado el 15 de julio del 2008, disponible en <http://www.herbotecnia.com.ar/exo-ricino.html>
- 38.** Recorrecuador, nuevo mapa político del Ecuador, (en línea) consultado el 20 de Octubre del 2008, disponible en <http://www.recorrecuador.com/noticias/nuevo-mapa-politico-del-ecuador>
- 39.** Cañadas Cruz Luís, El Mapa Bioclimatico y Ecológico del Ecuador, 1983. MAG – PRONAREG, Quito – Ecuador

# **ANEXOS**

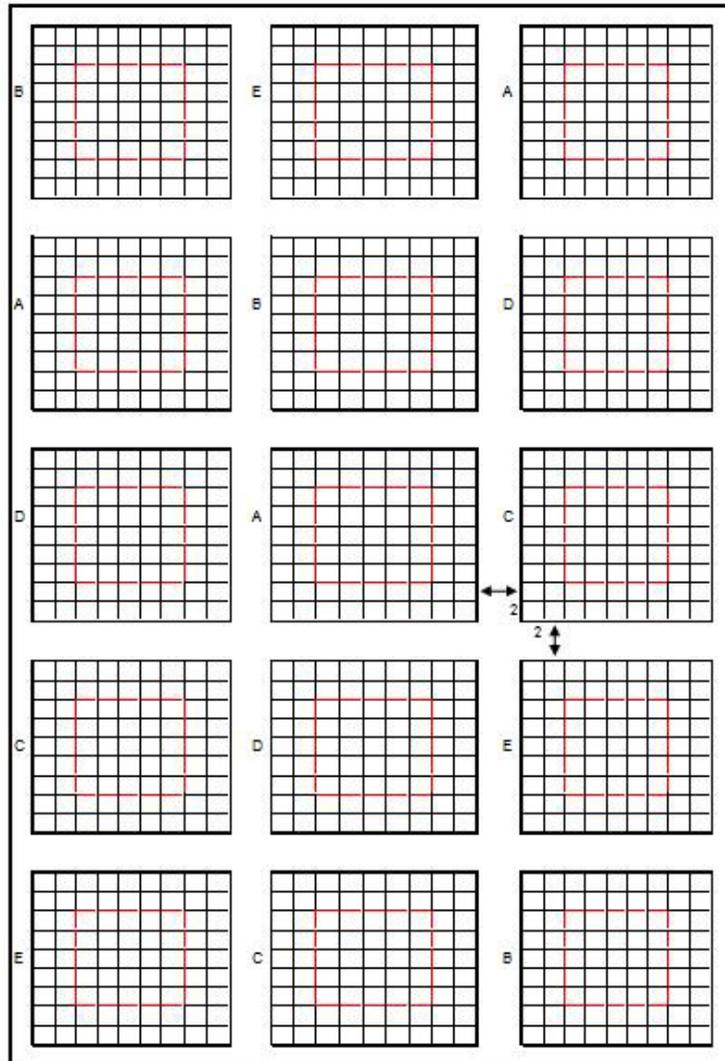
ANEXO (A)

PARTES IMPORTANTES DE *R. communis* (7)



**ANEXO (B)**  
**CROQUIS DEL ÁREA EXPERIMENTAL Y DISTRIBUCIÓN DE LOS**  
**TRATAMIENTOS AL AZAR, EN BLOQUES.**

MAPA DEL ENSAYO Y LOS TRATAMIENTOS



### ANEXO (C)

#### PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILKS

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Altura	504	21,51	10,38	0,99	0,0013
Diámetro tallo	504	2,83	1,85	0,96	<0,0001
n° hojas	504	3,02	1,09	0,97	<0,0001

### ANEXO (D)

#### PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE ALTURA)

Variable	Columna1	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Altura	A	72	25,43 7,37	23,92	207,82		<0,0001
Altura	J	108	27,04 9,27	28,46			
Altura	M	108	27,62 8,83	27,23			
Altura	Q	108	11,60 7,57	11,34			
Altura	S	108	17,15 7,23	16,50			

Trat.	Medias	Ranks	
Q	11,60	110,55	A
S	17,15	187,16	B
A	25,43	313,10	C
J	27,04	332,80	C
M	27,62	339,09	C

*Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)*

### ANEXO (E)

#### PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE DIAMETRO)

Variable	Columna1	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Diámetro	A	72	3,17 1,42	2,79	221,65		<0,0001
Diámetro	J	108	4,01 1,72	3,88			
Diámetro	M	108	3,97 1,60	3,75			
Diámetro	Q	108	1,21 1,19	0,79			
Diametro	S	108	1,90 1,25	1,67			

Trat.	Medias	Ranks
Q	1,21 112,97	A
S	1,90 179,10	B
A	3,17 288,97	C
M	3,97 346,33	D
J	4,01 347,29	D

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)*

### ANEXO (F)

#### PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE NÚMERO DE HOJAS)

Variable	Columna1	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
# Hojas	A	72	3,26 0,65	3,25	170,88	<0,0001	
# Hojas	J	108	3,54 0,96	3,71			
# Hojas	M	108	3,68 0,73	3,63			
# Hojas	Q	108	2,09 1,11	2,25			
# Hojas	S	108	2,61 0,90	2,63			

Trat.	Medias	Ranks
Q	2,09 134,30	A
S	2,61 183,99	B
A	3,26 278,61	C
J	3,54 329,82	D
M	3,68 344,48	D

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)*

### ANEXO (G)

#### PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILKS PARA EL ECOTIPO DE MANTA

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Peso semillas	400	0,63	0,11	0,99	0,3017

#### PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILKS PARA EL ECOTIPO DE JIPIJAPA

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Peso semillas	400	0,83	0,15	0,96	<0,0001

**PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILKS PARA EL ECOTIPO DE SAMBORONDON**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Peso semillas	375	0,16	0,04	0,98	0,0010

**PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILKS PARA EL ECOTIPO DE QUINARA**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Peso semillas	291	0,15	0,03	0,95	<0,0001

**PRUEBA DE NORMALIDAD DE SHAPIRO-WILKS PARA EL ECOTIPO DE AMBUQUI**

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
Peso semillas	200	0,16	0,03	0,94	<0,0001

**ANEXO (H)**

**PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE PESO SEMILLAS MANTA)**

Variable	Columna1	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso semillas	l	100	0,72 0,12	0,74	88,12	<0,0001	
Peso semillas	p	100	0,61 0,09	0,61			
Peso semillas	s	100	0,58 0,08	0,60			
Peso semillas	t	100	0,60 0,10	0,62			

Trat.	Medias	Ranks
s	0,58 153,37	A
t	0,60 176,58	A
p	0,61 179,19	A
l	0,72 292,87	B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)*

### ANEXO (I)

#### PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE PESO SEMILLAS JIPIJAPA)

Variable	Columna3	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso semillas	i	100	0,93 0,09	0,94	95,84	<0,0001	
Peso semillas	p	100	0,80 0,14	0,80			
Peso semillas	s	100	0,74 0,14	0,74			
Peso semillas	t	100	0,85 0,13	0,87			

Trat.	Medias	Ranks
s	0,74 129,49	A
p	0,80 172,78	B
t	0,85 217,27	C
i	0,93 282,47	D

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)*

### ANEXO (J)

#### PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE PESO SEMILLAS SAMBORONDON)

Variable	Columna3	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso semillas	l	100	0,16 0,02	0,16	135,31	<0,0001	
Peso semillas	p	100	0,17 0,04	0,16			
Peso semillas	s	100	0,20 0,03	0,20			
Peso semillas	t	75	0,13 0,04	0,12			

Trat.	Medias	Ranks
t	0,13 88,67	A
l	0,16 164,26	B
p	0,17 197,68	C
s	0,20 276,56	D

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)*

### ANEXO (K)

#### PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE PESO SEMILLAS QUINARA)

Variable	Columna3	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso semillas	l	100	0,17 0,02	0,17	205,97	<0,0001	
Peso semillas	p	100	0,11 0,01	0,11			
Peso semillas	s	91	0,16 0,01	0,16			

Trat.	Medias	Ranks
p	0,11 51,94	A
s	0,16 170,05	B
l	0,17 218,18	C

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)*

### ANEXO (M)

#### PRUEBA DE KRUSKAL WALLIS (VARIABLE PESO SEMILLAS AMBUQUI)

Variable	Columna3	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Peso semillas	i	100	0,17 0,02	0,17	32,70	<0,0001	
Peso semillas	s	100	0,15 0,03	0,15			

Trat.	Medias	Ranks
s	0,15 77,10	A
i	0,17 123,91	B

*Letras distintas indican diferencias significativas(p<=0,05)*