



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**TESIS DE GRADO**

*Previa a la obtención del título de:*  
**INGENIERO AGROPECUARIO**  
**Con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**

*Tema:*

**"Evaluación de materiales de piñón (*Jatropha curcas* L.) como fuente de biocombustible en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil "**

*Autores:*

**Luisa María Mesías Zambrano  
Carlos Anthuan Touma Henríquez**

**Guayaquil - Ecuador**

**2010**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**TESIS DE GRADO**

*Previa a la obtención del título de:*

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**

*Tema:*

**“Evaluación de materiales de piñón (*Jatropha curcas* L.) como fuente de biocombustible en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil ”**

*Autores:*

**Luisa María Mesías Zambrano  
Carlos Anthuan Touma Henríquez**

**Guayaquil - Ecuador**

**2010**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo**

**Carrera de Ingeniería Agropecuaria**

**TESIS DE GRADO**

*Previa a la obtención del título de:*

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**Con Mención en Gestión Empresarial Agropecuaria**

**TEMA:**

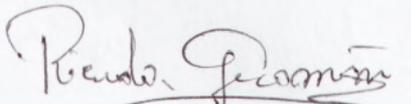
**"Evaluación de materiales de piñón (*Jatropha curcas* L.) como fuente de biocombustible en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil"**

**AUTORES:**

**LUISA MARÍA MESÍAS ZAMBRANO**

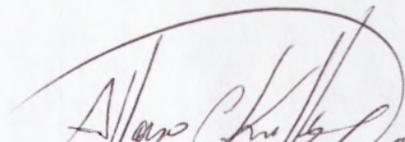
**CARLOS ANTHUAN TOUMA HENRIQUEZ**

El presente trabajo de investigación fue revisado y corregido por los siguientes docentes:



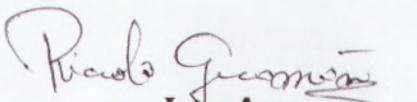
**Ing. Agr.**

**RICARDO GUAMÁN JIMÉNEZ, MS c**  
**Director de Tesis**



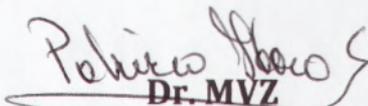
**Ing. Agrp.**

**ALFONSO KUFFÓ GARCÍA**  
**Revisión Redacción Técnica**



**Ing. Agr.**

**RICARDO GUAMÁN JIMÉNEZ, MS c**  
**Revisión Estadística**



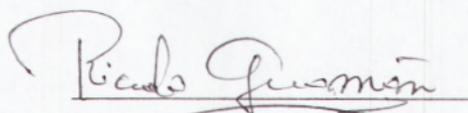
**Dr. MVZ**

**PATRICIO HARO ENCALADA**  
**Revisión Summary**

EL SUSCRITO PROFESOR DE LA CARRERA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, ING. RICARDO GUAMÁN, RESPALDA CON SU FIRMA EL PRESENTE TRABAJO, REALIZADO POR LUISA MESÍAS ZAMBRANO Y CARLOS TOUMA HENRIQUEZ.

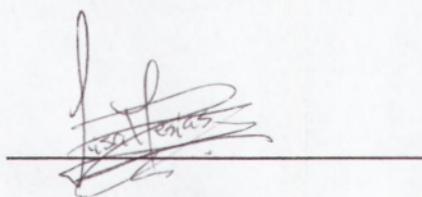
TEMA:

**“Evaluación de materiales de piñón (*Jatropha curcas* L.) como fuente de biocombustible en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil ”**

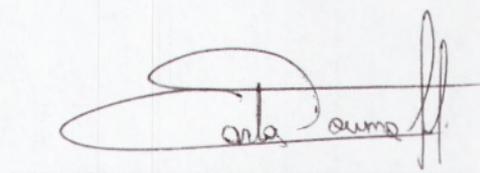


**Ing. Ricardo Guamán**

**Director de tesis**



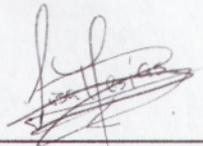
**Luisa Mesías Zambrano**



**Carlos Touma Henríquez**

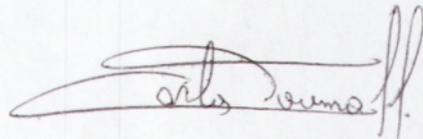
**Autores del proyecto de investigación**

LA DISCUSIÓN Y RESULTADOS  
DEL PRESENTE TRABAJO SON  
RESPONSABILIDAD DE LOS AUTORES.



---

**Luisa Mesías Zambrano**



---

**Carlos Touma Henríquez**

**Autores del proyecto de investigación**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de investigación, de manera muy especial a Dios por darme a lo largo de este camino muchas bendiciones, por haberme dado inteligencia, fortaleza y ganas de superación.

A las dos personas más importantes de mi vida, mis padres: Ing. Nelson Mesías y Sra. María Zambrano, por haber hecho este sueño realidad, por haber inculcado en mi el amor a la naturaleza, por haberme dado la oportunidad de crecer disfrutando del campo, por ser el pilar fundamental de mi vida ya que con su ayuda, apoyo, confianza y perseverancia han podido conducirme por la senda de la superación, y han hecho de mí lo que soy hoy en día.

A mis hermanos, Gabriela, Luis y Jorge, con quienes he compartido muchas tristezas y alegrías, por estar a mi lado apoyándome siempre y creyendo firmemente en mí.

A todas las personas que creyeron en mí y en las que nunca pensaron que este sueño se haría realidad, por hacerme perseverar para que hoy alcance este triunfo deseado.

A esa persona especial, por tenerme paciencia y brindarme su amor y apoyo siempre, a mis amigas de siempre Karina y Margarita, a mis amigos de corazón y a mis nenas, con quienes he compartido buenos y malos momentos, quienes me han dado una lección de vida demostrándome que en esta etapa universitaria nos podemos encontrar con personas buenas y que de manera desinteresada pueden brindar una amistad sincera; por brindarme cariño y consejos para mi superación personal y universitaria.

A mi compañero y eterno amigo, Carlos Touma, por ser mi compañero de tesis, por haberme ayudado y motivado en los momentos difíciles y darme fuerzas para culminar esta etapa de mi vida.

A todos ustedes, personas importantes de mi vida les dedico este trabajo fruto de nuestro esfuerzo y sacrificio. Dios los bendiga siempre.

**LUISA MESÍAS ZAMBRANO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios por guiarme por el camino del bien y darme muchas bendiciones a lo largo de mi vida.

A mis padres Ing. Julio Touma Bacilio y Dra. Susana Henríquez Carrera, que siempre me apoyaron con su afán y su sacrificio para hacer posible la culminación esta etapa universitaria, y me han capacitado para un futuro mejor.

A mis hermanos Juan, Julio, Gaby, Sol, Fernanda y en especial a Mami Meche por haber sido un pilar fundamental durante todos estos años de carrera universitaria y por haber compartido mis inquietudes y mis deseos de superación.

A mi abuelita Pepita gracias por haberme inculcado el amor a la naturaleza y al campo.

A mis tíos paternos y maternos que me apoyaron en toda mi etapa estudiantil.

A mi compañera y amiga por siempre, Luisa Mesías, por haberme ayudado y motivado a salir adelante y culminar con éxito mi carrera universitaria.

Y a todas esas personas importantes de mi vida, les dedico este trabajo fruto de nuestro esfuerzo y sacrificio.

**CARLOS ANTHUAN TOUMA HENRIQUEZ**

## **AGRADECIMIENTO**

Nosotros, Luisa Mesías Zambrano y Carlos Touma Henríquez, queremos dejar constancia de nuestros agradecimientos a las siguientes instituciones y personas que hicieron posible el desarrollo del presente trabajo de investigación:

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, especialmente a la Facultad Técnica para el Desarrollo, a su personal docente y administrativa.

De manera muy especial al Ing. Ricardo Guamán, nuestro director de tesis, quien con su gran conocimiento supo guiarnos para la realización y culminación del presente trabajo; por haber confiado en nosotros para llevar a cabo este trabajo de investigación.

A los señores miembros del tribunal de evaluación.

A todos nuestros maestros que supieron guiarnos de forma didáctica y eficaz en nuestra carrera.

A nuestros compañeros y amigos de siempre, Paola Pincay y Cristhian Pacheco por su ayuda incondicional en todo el transcurso de este trabajo.

A todos ustedes MUCHAS GRACIAS.

**LUISA MESÍAS ZAMBRANO  
CARLOS TOUMA HENRIQUEZ**

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
Objetivos	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1. Clasificación Taxonómica	3
2.2. Descripción botánica	4
2.2.1. Sistema radicular	4
2.2.2. Tallo	4
2.2.3. Hojas	5
2.2.4. Inflorescencia	5
2.2.5. Frutos y semillas	5
2.3. Manejo del cultivo	6
2.4. Requerimientos agroclimáticos	8
2.5. Mejoramiento genético	8
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>10</b>
3.1. Ubicación del experimento	10
3.2. Características climáticas	10
3.3. Tratamiento en estudio	11
3.4. Diseño experimental	11
3.5. Análisis de varianza	11
3.6. Análisis funcional	12
3.7. Delineamiento experimental	12
3.8. Manejo del experimento	12
3.8.1. Adecuación del terreno	13
3.8.2. Elaboración de hoyos	13
3.8.3. Siembra	13
3.8.4. Llenado de hoyos	13
3.8.5. Riego	13
3.8.6. Fertilización	13
3.9. Variables a evaluar	14
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>15</b>
4.1. Altura de planta (cm)	15

4.2. Diámetro de tallo (cm)	16
4.3. Ramas por planta	17
4.4. Largo de hojas (cm)	18
4.5. Ancho de hoja (cm)	19
4.6. Largo del peciolo (cm)	20
4.7. Frutos por planta	21
4.8. Frutos por racimo	22
4.9. Racimos por planta	23
<b>5. DISCUSIÓN</b>	<b>24</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>27</b>
<b>7. RESUMEN</b>	<b>29</b>
<b>7a. SUMMARY</b>	<b>30</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>32</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>36</b>



## 1. INTRODUCCIÓN

El piñón (*Jathopha curcas* L.), conocido también como “jatrofa”, tempate o “planta mágica”. Es una oleaginosa que puede ser toxica; famosa en Latinoamérica, incluso en la India. Es considerada como una especie relevante para el desarrollo de la bioenergía. En muchos países tropicales de América y África es sembrada como cerca viva, tutores de otros cultivos, control de erosión y como árbol de sombra y ornato.<sup>1</sup> Además es un cultivo social ya que genera empleo a familias con pequeños terrenos.

El piñón, es una especie de uso potencial en áreas deforestadas, constituyendo una excelente alternativa en suelos marginales, ociosos y agotados, se considera que en lugares desérticos donde no crece una raíz ni una mala hierba, el piñón es capaz de crear un autentico bosque verde con sus arbustos, el piñón tiene una vida útil de 30-50 años, durante los cuales producen una semillas con un contenido de aceites d entre un 28 y 36 %.<sup>2</sup> Esta semilla es utilizada para la elaboración de biocombustibles, y se presenta como una gran alternativa para reemplazar los combustibles fósiles.

En la actualidad la India se prepara para sembrar 40'000 000 de ha, Indonesia 100 000 ha y en México se han estimado alrededor de 2.6 millones de hectáreas con alto potencial para el cultivo del piñón.<sup>3</sup>

En nuestro país se estima que en el litoral, en tierras marginales se puede sembrar alrededor de 300 000 ha de piñón, ubicadas en gran parte en terrenos con pendientes, donde no es posible el desarrollo adecuado de la agricultura, por falta de agua para riego y las escasas precipitaciones que no permiten obtener cosechas rentables en los cultivos tradicionales.<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> CATIE., ef. 2009 *Jatropha Curcas* (en línea)

<sup>2</sup> Biodiselspain.com. 2007. Propiedades de la *Jatropha curcas* (en línea)

<sup>3</sup> Pepi, A.F. 2008. *Jatropha curcas*; una planta mágica (en línea).

<sup>4</sup> Mendoza Z., H. 2007. Desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento del piñón (*Jatropha curcas*) como fuentes de biocombustible en tierras marginales y secas del litoral ecuatoriano. INIAP. Estación Experimental Portoviejo

Esta oleaginosa por ser una planta perenne rústica es adaptable a una gran variedad de suelos, presentando una buena oportunidad para que los agricultores de estas zonas puedan generar ingresos para su bienestar.

El desarrollo del cultivo de piñón busca la obtención de biocombustible para el consumo local, nacional y de exportación, para poder liberar la presión que existe en convertir los productos de alimentación básica en combustible, como lo son el trigo, la soya, el maíz y el arroz.

En virtud de que el piñón es una especie nueva desde el punto de vista comercial, no se conoce mucha información técnica acerca de este cultivo. Frente a éste panorama en Ecuador es necesario hacer mas investigaciones que nos permitan lograr un mejor desarrollo del cultivo, por lo que este ensayo tuvo los siguientes objetivos:

#### **OBJETIVO GENERAL:**

Contribuir al desarrollo de alternativas de cultivos en Ecuador, con modelos sostenibles aplicadas a la zona tropical seca.

#### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Evaluar el comportamiento agronómico de cinco materiales de piñón en la Granja Experimental Limoncito.
- Identificar a los mejores materiales con base al rendimiento y demás características agronómicas deseables.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Clasificación taxonómica

El piñón es una planta nativa de Mesoamérica, que se ha utilizado en los potreros para cercos vivos, como un tipo de barrera y que su toxicidad es poco palatable para el ganado. Sin embargo, se considera que puede llegar a ser una excelente vía de reforestación que además contribuye a la conservación de los suelos, evitando la erosión, constituyéndose en una alternativa para suelos marginales y áreas con riesgo de desertificación (AEA, OCTAGON, 2006).

Pabón (2006), indica que se cree que la *Jatropha curcas* fue llevada por portugueses a sus colonias de Asia y África entre 1750-1800, como planta para cercar, hoy en día se ha expandido por el mundo, especialmente las zonas cálidas. Está presente en forma natural o cultivada en casi todo Centro América, al igual que en las estribaciones de la cordillera andina y la cuenca amazónica, África del sur, Centro este y oeste. En el continente Asiático se la encuentra en la India y Medio Oriente.

De acuerdo con Wikipedia (2008), la clasificación taxonómica del piñón es la siguiente:

<b>Reino:</b>	Vegetal
<b>Subreino:</b>	Tracheobionta
<b>División:</b>	Embryophyta
<b>Clase:</b>	Magnoliopsida
<b>Subclase:</b>	Rosidae
<b>Orden:</b>	Malpighiales
<b>Familia:</b>	Euphorbiaceae
<b>Subfamilia:</b>	Crotonoideae
<b>Tribu:</b>	Jatrophaeae
<b>Género:</b>	<i>Jatropha</i>
<b>Especie:</b>	<i>Curcas</i>
<b>Nombre científico:</b>	<i>Jatropha curcas</i>

Después de haber hecho la descripción taxonómica es necesario nombrar que CATIE (2006), menciona los siguientes nombres comunes del piñón: Coquito, Coquillo, Cotoncillo, Piñón, Piñon de Tempate, Tempate. También Octagon, (2006), nombra al piñon con los siguientes sinónimos: Cápate, Piñoncito, Pinol, Higos del duende, Barbasco, Piñones purgativo, Perayanasi, Piñón josho, Wapa-wapa oshe, Josho pionis y Huiso pionis, Peaó branco, Higo de infierno, Purga de fraile, Tua tua, Skt'not, en los diferentes países del mundo.

## **2.2. Descripción botánica**

Es una planta perenne, cuyo ciclo productivo se extiende de 45 a 50 años. Es de crecimiento rápido y con una altura normal de 2 a 3 metros (Pabón, 2006).

CATIE (sf) y México Forestal (2008), afirman que la morfología del piñón es como sigue: arbusto o árbol pequeño, caducifolio, de hasta 8 m de alto, usualmente menos. Con Copa ancha e irregular; la corteza externa es verde amarillenta, pálida y casi lisa, delgada como papel, con desprendimientos en tiras horizontales; las hojas son simples, alternas, con pecíolos de 5-35 cm de largo, lámina acorazonada, de 7-32 cm de diámetro, con tres a cinco lóbulos, de borde liso. El haz es verde, el envés verde claro, glabro o este último con pelillos finos.

### **2.2.1. Sistema radicular**

Está formada normalmente por cinco raíces, es decir una raíz central y cuatro raíces periféricas (Pabón, 2006).

### **2.2.2. Tallo**

Los tallos crecen con discontinuidad morfológica en cada incremento (Pabón, 2006).

La corteza es de color verde amarillenta, pálido y casi lisa, delgada como papel, con desprendimientos en tiras horizontales. Corteza interna blanca con rayas rojas, exuda una savia amarillenta y sabor astringente (CATIE, 2006).

### **2.2.3. Hojas**

CATIE (sf) y Pabón (2006), indican que las hojas normalmente son alternadas y se forman con 3 a 7 lóbulos acuminados, poco profundos y grandes con pecíolos largos de 10 a 15 cm y de igual ancho, laminada acorazonadas. El haz es verde, el envés verde claro, este último con pelillos finos.

### **2.2.4. Inflorescencia**

Las inflorescencias se forman terminalmente en la axila de las hojas, en las ramas, contiene diez estambres dispuesto en dos espirales. El gineceo, está formado por tres estilos delgados, ambas flores, (masculinas y femeninas) son pequeña (6-8mm), de color verdoso - amarillo y pubescentes. Los pétalos tienen 6-7mm de largo. Las flores femeninas presentan brácteas acuminadas y las masculinas brácteas ovadas y pedicelos pubescentes (Torres, 2007).

Cada inflorescencia rinde un manojo de aproximadamente 10 frutos ovoides o más (Pabón, 2006).

### **2.2.5. Frutos y semillas**

Los frutos son capsulas drupáceas y ovoides, después de la polinización se forma un fruto trilocular de forma elipsoidal, inicialmente son verdes, pero se vuelven amarillo café oscuro en la maduración y secamiento. Las capsulas de los frutos son lisas elipsoidales de 2.5 a 4 cm de largo por 2 cm de ancho, las plantas pueden producir varias cosechas durante el año si la humedad de la tierra es buena y la temperaturas son suficiente altas. Cada inflorescencia rinde un manojo de aproximadamente 10 frutos ovoides o más (Gonzales, 2007).

El desarrollo del fruto necesita 90 días desde la floración hasta que madura la semilla. El fruto produce tres almendras negras, cada una aproximadamente de 2cm de largo y 1cm de diámetro. La semilla es cosechada cuando la cápsula está madura y cambia de color verde a amarillo. De la semilla se puede extraer de 35-40 % de aceite (CITMA, 2007).

La planta en su primer año de siembra ya produce un 25 % de su potencial máximo, y al año cinco de establecida la plantación se logra el 100 % de su potencial, manteniéndose así hasta el año 40 cuando empieza a decaer de manera muy lenta su producción anual (Piquin, 2007).

### **2.3. Manejo del cultivo**

El piñón se multiplica sexual (semillas) y asexualmente (estacas), en el primer caso es importante la selección de semillas de árboles de óptima productividad y libre de plagas y enfermedades. El descascarado debería ser manual para no dañar la semilla y obtener un grado alto de pureza, libre de otros materiales como: semillas rotas, ramitas, hojas, insectos, semillas de otra especie y cualquier otro elemento extraño.

Para que ocurra la germinación es necesario un sustrato húmedo, suficiente disponibilidad de oxígeno que permita la respiración aerobia y temperatura adecuada para los distintos procesos metabólicos. La generación de plantas puede ser mediante almácigos o por siembra directa. La germinación es epigea y tarda más o menos 10 días (Bioversity Int., 2007).

En cuanto al desarrollo vegetativo, Torres (2007), indica que un plantín de 15 cm tiene ya las propiedades para trasplante a campo. El crecimiento es relativamente rápido. Es una planta perenne, resistente, creciendo en suelos marginales, produciendo semillas por 50 años en promedio. A los 8 meses primera fructificación por lo tanto es la primera cosecha. Luego de año y medio se efectúan dos cosechas anuales.

Para la propagación asexual se utilizan ramas con madera blanda con longitud de 20 a 40 cm y diámetro de 1.0 y 3.0 cm y pueden plantarse en bolsas de plástico dentro del invernadero. El crecimiento de las raíces comienza en 8 a 15 días con alrededor de 75 % de viabilidad, los esquejes pueden plantarse también directamente en el campo cuando las condiciones de cultivo son favorables (De la Vega, 2005).

En Centroamérica cuando es plantado en cercas vivas crece sin necesidad de manejo, excepto los cuidados tradicionales de control de malezas mientras el árbol se establece. Plantado como tutor requiere podas periódicas de acuerdo con los requerimientos del cultivo

asociado. Frecuentemente se cultiva libremente en jardines y huertos familiares como planta de sombra y ornato (OFI-CATIE, 2007).

ANDIA (2008) indica que como cultivo necesita una buena provisión de nutrientes para producir eficientemente, se puede utilizar nutrientes orgánicos y/o nutrientes químicos, todo esto siempre de acuerdo con los análisis del suelo para de esa manera proporcionales los elementos nutritivos mayores necesarios, especialmente Fosforo, Nitrógeno y Azufre, distribuyendo los mismos al costado o en el hoyo en el momento de la plantación de la estaca o de la plántula.

Mendoza. *et al* (2007), indican que la distancia de siembra está relacionada con el sistema de cultivo, como monocultivo lo ideal es 2.0 x 2.0 m, mientras que en asociación con otros cultivos se debe dejar más espacio entre calles desde 3.0 x 2.0 m a 4.0 x 2.0 m o más estrechos entre plantas.

El mismo autor indica que la poda es una práctica fundamental para incrementar el número de ramas productivas y regula la altura de planta que facilite la cosecha. De acuerdo a la experiencia adquirida, se sugiere despuntar las plantas cuando tengan 40 a 50 cm de altura, luego realizar la misma labor en los brotes que se generan, de tal manera que las plantas que las plantas de un año tengan 12 a 15 ramas. Desde el segundo año, las podas también estarán relacionadas con el mantenimiento de la sanidad y el incremento del número de ramas productivas de la planta.

El cultivo de piñón puede ser importante en la generación de empleo en comunidades rurales, por el uso de terrenos improductivos donde puede ser un medio para controlar la desertificación, deforestación y degradación en los suelos, favoreciendo la biodiversidad y conservación ecológica de zonas marginales; además, puede ser importante para la participación en programas y mecanismos relacionados con energía limpia, obtención de bonos de carbono y certificados de reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, a la vez que evita la utilización de alimentos para la elaboración de biocombustibles (Elparanaense, 2008).

Pabón (2006), señala que el uso de pesticidas no es importante, gracias a las características pesticidas y fungicidas de la misma planta; pero, sin embargo estudios realizados por INIAP, han determinado la existencia de 30 posibles artrópodos fitófagos asociados al piñón, desatancándose por sus mayores poblaciones y frecuencias, los ácaros *Polyphagotarsonemus latus* y *Tetranychus urticae*; diversidad de “chicharritas”; así como chinches *Pachycoris sp.* y *Leptoglossus sp.* Adicionalmente se han encontrado 20 especies de enemigos naturales de estos artrópodos fitófagos, que contribuyen a un equilibrio natural entre estos organismos.

#### **2.4. Requerimientos agroclimáticos**

La *Jatropha curcas* crece con óptimos resultados en bajas elevaciones, por debajo de los 1 000 msnm, en áreas secas o húmedas, en planicies o colinas, con precipitaciones de 600 a 1 200 mm y temperaturas de 18 a 28 °C, aunque se planta en sitios con temperaturas de hasta 34 °C; tolera suelos de bajo contenido de nutrientes, aunque los prefiere livianos y bien drenados (CATIE, 2006).

Villalta (2009), indica de manera específica que existen factores climáticos, como lo son el exceso de lluvia y sequía, que pueden traer repercusiones en la baja o alta eficiencia de piñón, por lo que algunas variables se pueden ver afectadas por el exceso o falta de agua.

#### **2.5. Mejoramiento genético**

La pérdida de diversidad biológica persiste en el mundo, principalmente debido a la destrucción del hábitat, excesos de cultivos, contaminación y desacertada introducción de plantas y animales en medio ajeno. Para conservar y mantener el material genético, las especies y el ecosistema, es imprescindible formular estrategias para preservar y utilizar de modo sostenible la diversidad biológica, como habilidad general del desarrollo a largo plazo (Batista, 2002).

SEDAGRO (2006), indica que en el mejoramiento de los cultivos siempre se procura obtener genotipo que presenten los fenotipos que mejor se adapten al medio y las necesidades del hombre, se busca obtener una mayor tolerancia a factores bióticos y abióticos, se persiguen objetivos como el de dotar a una cierta variedad, con las

características de resistencia ante determinada enfermedad o plaga y/o incrementar la cantidad y calidad del producto a cosechar.

Por estas razones López (2009), con ayuda del INIAP Portoviejo recolectó 60 materiales de piñón los cuales 58 correspondieron a la provincia de Manabí y 2 a la provincia de Loja, y llegó a la conclusión que la mayoría de los materiales observados presentaban un tipo de planta mediana con hojas entre medianas y grandes, además de ciertas características agronómicas constantes, lo que supone que los materiales evaluados manifestaron un comportamiento genéticos similar, es decir la mayoría de materiales genéticos encontrado en Manabí y Loja, provienen de ancestros similares.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del experimento

El trabajo experimental se llevó a cabo durante la época seca de 2010, en la Granja Experimental Limoncito, perteneciente a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. La granja ubicada en la parroquia Julio Moreno, Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

#### 3.2. Características climáticas

Por su ubicación Geográfica posee los siguientes datos:

<b>Precipitación anual</b>	450 mm
<b>Altitud</b>	17 msnm
<b>Humedad relativa</b>	75 %
<b>Temperatura promedio anual</b>	25 °C
<b>Evaporación</b>	1 445.9 mm
<b>Heliofanía</b>	1 479.2 horas/año
<b>Textura</b>	Franco arcilloso
<b>pH</b>	6.8
<b>Permeabilidad</b>	Buena
<b>Zona ecológica</b>	Bosque tropical seco <sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> Datos tomados de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Granja Integral Limoncito. Datos obtenidos del proyecto SENACYT pie 000245

### 3.3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron cinco materiales de piñón, los cuales se adquirieron en la Estación Experimental Portoviejo, perteneciente al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Número de tratamientos	Tratamientos
1	EEP-37
2	EEP-41
3	EEP-52
4	EEP-54
5	EEP-60



### 3.4. Diseño experimental

Para el desarrollo del siguiente trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA). El tamaño de la parcela estuvo constituido por 3 surcos de 10 m. de largo, separados entre ellos a 3 m y entre sitios a 2 m. El área útil fue constituida por 2 surcos centrales.

### 3.5. Análisis de varianza

El esquema del análisis de la varianza (ANDEVA) que se utilizó se indica a continuación:

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Repeticiones ( $r - 1$ )	3
Tratamientos ( $t - 1$ )	4
Error Experimental ( $(r - 1)(t - 1)$ )	12
Total ( $r \times t$ ) - 1	19

### 3.6. Análisis funcional

Las comparaciones de los promedios de los tratamientos se realizaron mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

### 3.7. Delineamiento experimental

El delineamiento experimental fue el siguiente:

Número de repeticiones	4
Número de tratamientos	5
Número total de parcelas	20
Número de hileras por parcela	3
Número de hileras útiles por parcela	2
Distanciamiento entre repeticiones	1 m
Distanciamiento entrehileras	3 m
Distanciamiento entre sitios	2 m
Siembra	Transplante
Longitud de parcela	10 m
Ancho de parcela	9 m
Forma de parcela	Rectangular
Área de parcela (9m x 10m)	90 m <sup>2</sup>
Área útil de parcela (4,5m x 10m)	45 m <sup>2</sup>
Área del ensayo (43m x 45m)	1 935 m <sup>2</sup>
Área útil del ensayo (20 x 45 m <sup>2</sup> )	900 m <sup>2</sup>

### 3.8. Manejo del experimento

Durante la realización de este trabajo de investigación se llevaron a cabo las siguientes labores agrícolas:

### **3.8.1. Adecuación del terreno**

La adecuación del terreno consistió en eliminar malezas y/o residuos grandes del campo de tal forma que quedó expedito para el transplante.

### **3.8.2. Apertura de hoyos**

Para favorecer el desarrollo del sistema radicular se realizaron hoyos de 0.25 m de largo, ancho y profundidad; separando la tierra superficial de aquellas del fondo para invertir la posición de las capas en el momento de la siembra.

### **3.8.3. Siembra**

La siembra se realizó utilizando plantas, a una distancia de 2 m entre hileras y 2 m entre sitios.

### **3.8.4. Llenado de hoyos**

Se usó primero la tierra de la capa superficial del suelo. Es decir, se invirtió la posición de las capas separadas con anterioridad; de tal manera que la capa superficial de mayor valor nutritivo valla al fondo del hoyo y viceversa.

### **3.8.5. Riego**

El riego se efectuó por goteo y las frecuencias dependieron de los requerimientos hídricos del cultivo.

### **3.8.6. Fertilización**

La fertilización se efectuó utilizando abonos orgánicos producidos en la Granja Experimental Limoncito. La dosis a utilizarse dependió del análisis de suelos que se realizó en el INIAP.

### **3.9. Variables a evaluar**

Durante el desarrollo del ensayo se registraron las siguientes variables:

- Altura de planta: se procedió a medir con una cinta métrica la altura de planta.
- Diámetro del tallo: se midió el diámetro de tallo con un calibre, el cual nos indica exactamente el diámetro en centímetros.
- Ramas por plantas: se contabilizaron el número de ramas por planta.
- Largo de hojas: se procedió a medir el largo de hojas con una cinta métrica.
- Ancho de hojas: se midió el ancho de hojas con una cinta métrica.
- Largo de peciolo: se procedió a medir el largo del peciolo.
- Racimos por planta: se contabilizó los racimos por plantas.
- Frutos por racimo: se contabilizó los frutos por cada racimo de planta.
- Frutos por planta: se contabilizó cuantos frutos por planta habían.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Altura de planta (cm)

Los promedios de altura de planta (cm) se presentan en el Cuadro 1 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-54' y 'EEP-52' con 191 y 179 cm, respectivamente fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-60' y 'EEP-41', en su orden, con 167 y 159 cm fueron los que presentaron los menores promedios. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 2) se encontró que no hubo diferencia estadística ni en repeticiones ni en tratamientos. El promedio general fue de 173 cm y el coeficiente de variación de 11.92 %.

Cuadro 1. Promedios <sup>1/</sup> de altura de planta (cm), registrado en cinco cultivares de Piñón en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	180	163	172	155	168	a
2	EEP - 41	110	170	169	187	159	a
3	EEP - 52	153	194	179	189	179	a
4	EEP - 54	157	193	218	196	191	a
5	EEP - 60	158	138	174	196	167	a
						$\bar{x}$	173
						CV (%)	11.92

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Cuadro 2. Análisis de varianza de altura de planta.

F. d V.	GL	SC	CM	Fcal	F Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	3	3410.15	1136.72	2.69 <sup>ns</sup>	3.49	5.95
Tratamientos	4	2498.20	624.55	1.48 <sup>ns</sup>	3.26	5.41
Error	12	1074.60	422.88			
Total	19	10982.95				

ns= No Significativa

#### 4.2. Diámetro de tallo (cm)

Los promedios de diámetro de tallo (cm) se presentan en el Cuadro 3 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-41' y 'EEP-52' con 7.07 y 5.61 cm, respectivamente fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-37' y 'EEP-60', en su orden, con 5.14 y 5.1 cm fueron los que presentaron los menores promedios. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 4) se encontró que no hubo diferencia estadística ni en repeticiones, ni en tratamientos. El promedio general fue de 5.68 cm y el coeficiente de variación de 30.38 %.

Cuadro 3. Promedios <sup>1/</sup> de diámetro de tallo (cm), registrado en cinco cultivares de Piñón en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	5.56	5.28	4.96	4.74	5.14	c
2	EEP - 41	12	4.72	5.42	6.14	7.07	a
3	EEP - 52	4.96	6.28	5.44	5.76	5.61	a
4	EEP - 54	4.53	5.76	6.48	5.14	5.48	a
5	EEP - 60	5.02	3.80	5.34	6.24	5.10	bc
						$\bar{x}$	5.68
						CV (%)	30.38

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Cuadro 4. Análisis de varianza de diámetro de tallo

F. d V.	ANDEVA				F Tab.	
	GL	SC	CM	Fcal	5%	1%
Repeticiones	3	4.15	1.38	0.46 <sup>ns</sup>	3.49	5.95
Tratamientos	4	10.46	2.62	0.88 <sup>ns</sup>	3.26	5.41
Error	12	35.72	2.97			
Total	19	50.33				

ns= No Significativa

### 4.3. Ramas por planta

Los promedios se presentan en el Cuadro 5 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-52' y 'EEP-54' con 4.50 y 5.25 cm, respectivamente fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-37' y 'EEP-60', en su orden, con 3.75 y 3.25 cm fueron los que presentaron los menores promedios. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 6) se encontró que no hubo diferencia estadística ni en repeticiones, ni en tratamientos. El promedio general fue de 4.15 cm y el coeficiente de variación de 29.33 %.

Cuadro 5. Promedios <sup>1/</sup> de ramas por planta, registrado en cinco cultivares de Piñón en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	4	5	3	3	3.75	a
2	EEP - 41	4	3	4	5	4.00	a
3	EEP - 52	4	8	2	4	4.50	a
4	EEP - 54	5	4	9	3	5.25	a
5	EEP - 60	4	1	4	4	3.25	a
						$\bar{x}$	4.15
						CV (%)	29.33

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Cuadro 6. Análisis de varianza de Ramas por planta

F. d V.	ANDEVA				F Tab.	
	GL	SC	CM	Fcal	5%	1%
Repeticiones	3	0.95	0.32	0.08 <sup>ns</sup>	3.49	5.95
Tratamientos	4	9.30	2.33	0.55 <sup>ns</sup>	3.26	5.41
Error	12	50.30	4.19			
Total	19	60.55				

ns= No Significativa

#### 4.4. Largo de hojas (cm)

Los promedios de largo de hojas se presentan en el Cuadro 7 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-37' y 'EEP-25' con 16.25 y 15.5 cm, respectivamente, fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-54' y 'EEP-60', en su orden, con 13.25 y 13.75 cm fueron los que presentaron los menores promedios. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 8) se encontró que hubo diferencia estadística en repeticiones y en tratamientos. El promedio general fue de 14.8 cm y el coeficiente de variación de 8.46 %.

Cuadro 7. Promedios <sup>1/</sup> de largo de hoja (cm), registrados en cinco cultivares de Piñón en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	14.70	15.00	17.60	16.80	16.25	a
2	EEP - 41	13.60	17.60	14.00	15.00	15.25	a
3	EEP - 52	14.40	15.40	17.00	13.80	15.50	a
4	EEP - 54	11.33	15.00	13.20	13.00	13.25	b
5	EEP - 60	11.80	14.00	14.20	14.60	13.75	b
						$\bar{x}$	14.80
						CV (%)	8.46

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Cuadro 8. Análisis de varianza de largo de hojas.

F. d V.	ANDEVA					
	GL	SC	CM	Fcal	F Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	3	17.2	5.73	3.66*	3.49	5.95
Tratamientos	4	25.2	6.30	4.02*	3.26	5.41
Error	12	18.8	1.57			
Total	14	61.2				

\* = Significativa

#### 4.5. Ancho de hoja (cm)

Los promedios de ancho de hoja se presentan en el Cuadro 9 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-37' y 'EEP-41' con 16.5 y 15.752 cm, respectivamente fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-54' y 'EEP-60', en su orden, con 13.25 y 14 cm fueron los que presentaron los menores rendimientos. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 10) se encontró que hubo diferencia estadística significativa en repeticiones y en tratamientos. El promedio general fue de 15 cm y el coeficiente de variación de 9.17 %.

Cuadro 9. Promedios <sup>I/</sup> de ancho de hoja (cm), registrado en cinco cultivares de Piñón en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	15.2	15.6	18.6	17.20	16.50	a
2	EEP - 41	14.4	18.8	14.6	14.80	15.75	a
3	EEP - 52	14.2	15.5	16.4	16.40	15.50	b
4	EEP - 54	11.2	15.2	13.4	14.00	13.25	b
5	EEP - 60	11.4	15.6	14.0	15.00	14.00	b
						$\bar{x}$	15.00
						CV (%)	9.17

<sup>I/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Cuadro 10. Análisis de varianza de ancho de hoja.

F. d V.	ANDEVA					F Tab.	
	GL	SC	CM	Fcal	5%	1%	
Repeticiones	3	28.8	9.60	5.07*	3.49	5.95	
Tratamientos	4	28.5	7.13	3.77*	3.26	5.41	
Error	12	22.7	1.89				
Total	19	80					

\* = Significativa

#### 4.6. Largo del peciolo (cm)

Los promedios de largo del peciolo (cm) se presentan en el Cuadro 11 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-37' y 'EEP-52' con 17.75 y 18 cm, respectivamente fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-54' y 'EEP-60', en su orden, con 13.5 y 15.25 cm fueron los que presentaron los menores promedios. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 12) se encontró que hubo diferencia estadística significativa en repeticiones y en tratamientos. El promedio general fue de 16.2 cm y el coeficiente de variación de 11.53 %.

Cuadro 11. Promedios <sup>1/</sup> de largo del peciolo (cm), registrado en 5 cultivos de Piñón en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	18.5	15.2	21.0	19.0	17.75	a
2	EEP - 41	13.9	20.8	14.8	16.8	16.50	b
3	EEP - 52	16.2	17.6	19.8	18.0	18.00	a
4	EEP - 54	10.0	15.4	15.4	13.8	13.50	c
5	EEP - 60	11.5	16.2	15.6	17.8	15.25	b
						$\bar{x}$	16.20
						CV (%)	11.53

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Cuadro 12. Análisis de varianza de largo de peciolo.

F. d V.	GL	SC	CM	Fcal	F Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	3	45.6	15.20	4.35*	3.49	5.95
Tratamientos	4	55.7	13.93	3.99*	3.26	5.41
Error	12	41.9	3.49			
Total	19	143.2				

\* = Significativa

#### 4.7. Frutos por planta

Los promedios se presentan en el Cuadro 13 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-52' y 'EEP-54' con 28 y 26 cm, respectivamente fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-37' y 'EEP-60', en su orden, con 11 y 10.5 cm, fueron los que presentaron los menores rendimientos. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 14) se encontró que no hubo diferencia estadística ni en repeticiones, ni en tratamientos. El promedio general fue de 17.5 cm y el coeficiente de variación de 38.37 %.

Cuadro 13. Promedios <sup>1/</sup> de frutos por planta, registrado en 5 cultivos de Piñón (*Jatropha curcas* L.) en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	11	15	8	10	11.00	a
2	EEP - 41	10	4	8	26	12.00	a
3	EEP - 52	11	41	27	33	28.00	a
4	EEP - 54	9	17	57	21	26.00	a
5	EEP - 60	7	10	9	16	10.50	a
						$\bar{x}$	17.50
						CV (%)	38.37

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

**Cuadro 14.** Análisis de varianza de fruto por planta.

F. d V.	GL	SC	CM	Fcal	F Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	3	473	157.67	1.10 <sup>ns</sup>	3.49	5.95
Tratamientos	4	1216	304	2.64 <sup>ns</sup>	3.26	5.41
Error	12	1718	143.17			
Total	19	3407				

ns= No Significativa

#### 4.8. Frutos por racimo

En el Cuadro 15 se presentan los promedios de frutos por racimo, en donde se pudo observar que el tratamiento 'EEP-52' con 5 cm, fue el que alcanzó el mayor promedio, en cambio, con el material 'EEP-41', con 2.5 cm, fue el que presentó el menor Promedio. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 16) se encontró que no hubo diferencia estadística ni en repeticiones, ni en tratamientos. El promedio general fue de 3.65 cm y el coeficiente de variación de 25.73 %.

Cuadro 15. Promedios <sup>1/</sup> de frutos por racimo, registrado en 5 cultivos de Piñón (*Jatropha curcas* L.) en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$
1	EEP - 37	4	4	4	3	3.75 a
2	EEP - 41	2	2	3	3	2.50 a
3	EEP - 52	3	4	8	5	5.00 a
4	EEP - 54	4	3	3	5	3.75 a
5	EEP - 60	3	3	3	4	3.25 a
$\bar{x}$						3.65
CV (%)						25.73

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

Cuadro 16. Análisis de varianza de fruto por racimos.

F. d V.	GL	SC	CM	Fcal	F Tab.	
					5%	1%
Repeticiones	3	4.15	1.38	1.10 <sup>ns</sup>	3.49	5.95
Tratamientos	4	13.30	3.32	2.64 <sup>ns</sup>	3.26	5.41
Error	12	15.10	1.26			
Total	19	32.55				

ns= No Significativa

#### 4.9. Racimos por planta

Los promedios se presentan en el Cuadro 17 en donde se pudo observar que los tratamientos 'EEP-52' y 'EEP-54' con 9.5 y 6.75 cm, respectivamente fueron los que alcanzaron los mayores promedios, en cambio con los materiales 'EEP-37' y 'EEP-41', en su orden, con 3.5 cm los dos, fueron los que presentaron los menores promedios. Al realizar el análisis de varianza (Cuadro 18) se encontró que no hubo diferencia estadística ni en repeticiones, ni en tratamientos. El promedio general fue de 5.3 cm y el coeficiente de variación de 79.06 %.

Cuadro 17. Promedios <sup>1/</sup> de racimos por planta, registrado en 5 cultivos de Piñón (*Jatropha curcas* L.) en la Granja Experimental Limoncito, de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2010.

No.	Tratamientos	I	II	III	IV	$\bar{x}$	
1	EEP - 37	5	4	2	3	3.50	a
2	EEP - 41	3	2	2	7	3.50	a
3	EEP - 52	3	18	11	6	9.50	a
4	EEP - 54	3	5	15	4	6.75	a
5	EEP - 60	3	3	3	4	3.25	a
						$\bar{x}$	5.30
						CV (%)	79.06

<sup>1/</sup> Promedios señalados con una misma letra no difieren estadísticamente entre sí, de acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad.

**Cuadro 18.** Análisis de varianza de racimo de plantas.

F. d V.	ANDEVA				F Tab.	
	GL	SC	CM	Fcal	5%	1%
Repeticiones	3	33.8	11.27	0.64 <sup>ns</sup>	3.49	5.95
Tratamientos	4	121.7	30.43	1.73 <sup>ns</sup>	3.26	5.41
Error	12	210.7	17.56			
Total	19	366.2				

ns= No Significativa

## 5. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferentes variables evaluadas, luego de haber transcurrido 200 días de haberse realizado el trasplante, se determinó en la altura de planta que los cinco tratamientos evaluados mostraron el mismo comportamiento estadístico debido probablemente a que no existió diferencia genética entre ellos, y que en todo caso la mayor diferencia numérica detectada por ejemplo en el material EEP-54 se debió posiblemente a que estuvo ubicado en suelos donde no fue afectado por el exceso de precipitación como ocurrió en todo los materiales, principalmente en la primera repetición. El hecho de no haber diferencia estadística hace suponer que los cinco tratamientos provengan posiblemente de una misma composición genética. El coeficiente de variación determinado que fue de 11.22 % hace suponer que la variable se registro en forma satisfactoria.

En diámetro de tallo se observo un comportamiento similar estadísticamente a lo observado en la altura de planta, lo que hace suponer que los cinco genotipos evaluados también en esta variable manifiestan el mismo comportamiento genético.

Estos criterios concuerdan con lo que menciona López (2009), quien afirma que altura de planta, tamaño de hoja y diámetro de tallo están relacionadas genéticamente, pues la mayoría de plantas que hizo en su estudio presentan un tipo de planta promedio.

En ramas por planta se determinó que esta variable estuvo afectada por el ambiente en especial por el exceso de precipitaciones que dio como efecto arrastre de tierra en el campo experimental lo que impidió que se presente una semejanza en esta variable, en las cuatro repeticiones se considera que el producto del ambiente de por resultado que en una evaluación se dieran nueve ramas por planta y en otras una rama por plantas, cuyo efecto lógicamente se refleja en el coeficiente de variación que en esta variable dio valor a 29.33 % que se considera un dato alto.

Los resultados obtenidos concuerdan a lo que menciona Villalta (2009), quien indica que probablemente, la baja eficiencia del piñón en algunas áreas se deba a que los ámbitos de precipitación son menores o mayores a los requeridos por el cultivo, por lo tanto algunas variables se vean afectadas por el exceso o falta de agua.

En largo y ancho de hoja se observó que los cinco cultivares tuvieron comportamientos bastante similares en su tendencia así como en su valor numérico, como es el caso del promedio general en donde el largo de hoja el valor fue de 14.80 cm mientras que en el ancho de hoja este dato fue de 15 cm. Lo obtenido probablemente se deba a que los cinco genotipos tengan una misma composición genética lo que puede decir que pueden estar emparentados. A pesar del exceso de lluvia que se presentó durante el cultivo, parece que esto no afecta la expresión de estas dos variables, lo afirmado se refleja en los coeficientes de variación bajos y terminados como es el caso de largo de hojas que dio igual a 8.46 %, y en ancho de hojas el dato fue 9.17 %. Aparte de lo señalado también se presentan coincidencias en la significancia estadística determinadas en las dos variables.

Los datos concuerdan a lo que menciona López (2009) quien afirma que el tamaño de hoja están relacionadas genéticamente, pues la mayoría de plantas que hizo en su estudio presentan características genotípicas parecidas.

El largo del peciolo los resultados obtenidos dependieron del comportamiento de los genotipos, sobresaliendo en este caso el tratamiento EEP-52 al haber presentado el promedio más largo del peciolo lo que hace suponer que las hojas van a estar más expuestas a los rayos solares y consecuentemente obtendrá más luz y habrá una mayor función fotosintética que da igual a un mayor rendimiento. En esta variable lo contrario a lo afirmando en el genotipo EEP-52 se encontró en el EEP-54 al haber presentado el peciolo más corto.

En racimos por planta, importante componente de rendimiento se determinó que pese a no haber diferencia estadística en tratamientos se observó que el EEP-52 numéricamente fue

el que presentó mayor número de racimos por planta, destacándose principalmente en la segunda repetición, situación que no sucedió en la primera replica, en donde los tratamientos presentaron una afectación por el exceso de lluvia. En esta variable debido probablemente, también a la constitución genética de cada tratamiento permitió observar variaciones considerables que fueron de 18-2 unidades y producto de ello y entre otras cosas produjo un coeficiente de variación no deseado que fue de 79.6 %.

Los resultados obtenidos concuerdan a lo que menciona Villalta (2009), quien indica que probablemente, la baja eficiencia del piñón en algunas áreas se deba a que los ámbitos de precipitación son menores o mayores a los requeridos por el cultivo, por lo tanto algunas variables se vean afectadas por el exceso o falta de agua.

En cuanto los frutos por racimo se determino que los cinco genotipos presentaron una misma expresión estadística lo que quiere decir también que la expresión genotípica es igual, y que probablemente los cinco tratamientos provienen de ancestros similares genotípicamente, dado que estos materiales fueron colectados inicialmente en forma asexual.

En frutos por planta también se distinguió el material EEP-52 seguido del EEP-54, de los demás genotipos, no se pueden analizarlos con mayor detalles debido a que por carecer de tiempo, el ensayo se finalizó cuando tenía 200 días y es posible que de continuar con el trabajo con el manejo adecuado del cultivo, se puede obtener una expresión estable de la variable, sin embargo con la tendencia encontrada se puede afirmar que los dos genotipos mencionados anteriormente presentaron un indicio que sean los mejor tratamientos en la expresión de esta variable, que se consideran como un exponente fundamental del rendimiento. Lo observado en función del tiempo concuerda con lo que indica Piquin (2007) quien determina que mientras el cultivo avanza en edad tiende a estandarizar el rendimiento, pues en su primer año de siembra ya produce un 25 % de su potencial máximo, y al año cinco de establecida la plantación se logra el 100 % de su potencial, manteniéndose así hasta el año 40 que comienza a decrecer la producción.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir que:

1. En el sector de Limoncito los materiales de piñón se adaptaron de excelente manera, lo que significa que Limoncito es un excelente lugar para la siembra de estas variedades.
2. En altura de planta y ramas por planta, los cinco genotipos evaluados presentan comportamientos estadísticamente similares.
3. El diámetro de tallo en promedio de los cinco materiales evaluados presentan tres rangos de variación sobresaliendo el material EEP-41.
4. En largo y ancho de hojas se observa que hay diferencias estadísticas en tratamientos, en donde sobresale por presentar los mayores promedios el tratamiento EEP-37 sucediendo lo contrario en el EEP-54.
5. En largo del peciolo se observa que hay cuatro rangos de variación estadística en donde sobresalen el EEP-52 y el EEP-37.
6. En racimos por planta las variaciones determinadas en los cinco tratamientos no tuvieron importancia práctica debido a que son iguales estadísticamente.
7. En frutos por planta y por racimo sobresale en genotipo EEP-52 al mostrar los promedios más altos, aunque estos datos son iguales estadísticamente a los demás promedios.

## 6.2. Recomendaciones

- Realizar el mismo ensayo con diferentes periodos de aplicación de fertilizantes.
- Impulsar el desarrollo de este proyecto para que los estudiantes puedan conocer con mayor profundidad las condiciones agroecológicas en las que el cultivo presenta un comportamiento más favorable, y así poder sacar conclusiones acerca de las condiciones que no se encuentran en la literatura.
- Continuar con los estudios agronómicos para encontrar el cultivar más precoz, con mayor producción.
- Realizar análisis a la almendra para determinar el cultivar con mejor calidad y mayor potencial de aceite.



## 8. RESUMEN

El presente trabajo de investigación estuvo compuesto por cinco materiales de piñón (*Jatropha curcas l.*) que son: EEP-37, EEP-41, EEP-52, EEP-54, EEP-60 y se realizó en la Granja Experimental Limoncito, perteneciente a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. La granja pertenece a la parroquia Julio Moreno, Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

La investigación tuvo como objetivos: evaluar el comportamiento agronómico de cinco materiales de piñón en la Granja Experimental Limoncito e, identificar a los mejores materiales con base al rendimiento y demás características agronómicas deseables.

Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), en forma grupal, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Días de Floración, altura de planta (cm), diámetro del tallo (cm), ramas por plantas, largo de hojas (cm), ancho de hojas (cm), largo de peciolo (cm), racimos por planta, frutos por racimo, frutos por planta. Todas las variables fueron sometidas al análisis de varianza empleando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5 % de probabilidad. El tamaño de las parcelas estuvo constituido por 3 surcos de 10 m. de largo, separados entre ellos a 3 m y entre sitios a 2 m. El área útil fue constituida por 2 surcos centrales. El área del ensayo fue de 1935 m<sup>2</sup>.

Durante el tiempo del ensayo, se determinó que la altura de planta, diámetro de tallo, largo y ancho de hoja de los cinco tratamientos evaluados mostraron el mismo comportamiento estadístico debido probablemente que provengan de ancestros similares genéticamente. Pero, sin embargo en diámetro de tallo sobresalió el material EEP-41; en ancho y largo de hoja el material EEP-37 obtuvo los mayores promedios; en el largo del peciolo se observó cuatro rangos de variación estadística en donde sobresalen el EEP-52 y el EEP-37; En frutos por planta y por racimo sobresale en genotipo EEP-52.

## 7. SUMMARY

The pine kernel (*Jathopa curcas L.*), known also like "jatrofa", tempate or "magic plant ". It is the oleaginous that can be toxic; famous in Latin America, even in India. It is considered to be a relevant species for the development of the bioenergía. In many tropical countries of America and Africa control of erosion is sowed as alive fence, tutors of other cultures, and as tree of shade and ornament. In addition it is a social culture since it generates employment to families with small areas.

The present research was composed by five pine kernel materials (*Jatropha curcas l.*) that are: EEP-37, EEP-41, EEP-52, EEP-54, and EEP-60. There was realized in the Experimental Farm Limoncito, belonging to "Universidad Catolica Santiago de Guayaquil" The farm Julio Moreno belongs to the parish, "Santa Elena" province.

The investigation had as goals:

- Evaluate the agronomic behavior of five pine kernel materials in the Farm Limoncito.
- Identify the best materials with base to the performance and other agronomic desirable characteristics.

The statistical analysis (DBCA) was in use the design the complete blocks at random, in form grupal, with five treatments and four repetitions. The evaluated variables were: Flowering days, plant height (cm), the stem diameter (cm), branches for plants, leaves length (cm), leaves width (cm), petiole length (cm), clusters for plant, cluster fruits , plant fruits . All the variables were submitted to the analysis of variance using the Duncan's test Multiple Ranges to 5 % of probability.

The plots size was constituted by 3 ruts of 10 m. of length, separated between them to 3 m and between sites to 2 m. The useful area was constituted by 2 central ruts. The test was of 1935 m<sup>2</sup>.

During the test time, one determined that the plant height, stem diameter, length and leaf width of five evaluated treatments showed the same statistical behavior owed probably that come from similar ancestors genetically. But, nevertheless in stem diameter there stood out the material EEP-41; in width and leaf length the material EEP-37 obtained the major averages; in the petiole length were observed four statistical ranges of variation where the EEP-52 and the EEP-37 stand out; In fruits for plant and for cluster it stands out in genotype EEP-52.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEA (alianza en Energia y Ambiente con Centroamerica), OCTAGON S.A.G.U. 2006.  
Generación de combustible renovables provenientes del aceite producido de plantas de *Jatropha curcas*, L. 26p.
- ANDIA (Agrupación Nacional de Ingenieros y Arquitectos Apristas, PE). 2008. Cultivo de piñon (*Jatropha curcas*) (en línea). Fecha de consulta: 25 de enero del 2010. Disponible en: <http://www.andiapro.com/CultivoPinon.htm>
- Batista, A. 2002. Caracterización de plantas de chicozapote (*Manikara zapotal* L.) de la colección del CATIE, mediante el uso del análisis multivariado. Brazil. (en línea). Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2010. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v24n3/15125.pdf>
- BiodieselSpain.com. 2007. Propiedades de la *Jatropha curcas* (en línea). Fecha de consulta: 25 de enero del 2010. Disponible en: <http://www.biodieselSpain.com/2007/05/07/propiedades-de-la-jatropha-curcas/>
- Biodiversity International, 2007. Guía para el manejo eficaz d un banco de germoplasma. Roma, Italia. ISBN (en línea). Fecha de consulta: 26 de enero del 2010. Disponible en: [http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user\\_biodiversitypublications\\_pi1%5BshowUid%5D=3121](http://www.biodiversityinternational.org/index.php?id=19&user_biodiversitypublications_pi1%5BshowUid%5D=3121)
- CATIE. ef. *Jatropha curcas* (en línea). Fecha de consulta: 25 de enero del 2010. Disponible en: [http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos\\_especies\\_y\\_anexos/jatropha\\_curcas.pdf](http://herbaria.plants.ox.ac.uk/adc/downloads/capitulos_especies_y_anexos/jatropha_curcas.pdf)

- CITMA (Ministerio de ciencia, tecnología y medio ambiente de Cuba) CU. 2007. Potencialidades energéticas y medio ambientales del árbol *Jatropha curcas*, L. (en línea). Fecha de consulta: 24 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.uo.edu.cu/ojs/index.php/tq/article/viewFile/2426/1957>
- De la Vega, J. 2005. *Jatropha curcas* L. Agro-energía. México, M.X. 21P (en línea). Fecha de consulta: 26 de enero del 2010. Disponible en: <http://jatrofachile.blogspot.com/2008/08/la-jatropha-curcas-por-jorge-alejandro.html>
- El Paranaense, 2008. Impulsando la *Jatropha curcas* para biodiesel en el NOA y en el NEA Argentino (en línea). Fecha de consulta: 24 de marzo del 2010. Disponible en: [http://www.elparanaense.com.ar/ep/index.php?option=com\\_content&task=view&id=442&Itemid=2](http://www.elparanaense.com.ar/ep/index.php?option=com_content&task=view&id=442&Itemid=2)
- Gonzales, R. CH. 2007. *Jatropha curcas*; alternativa para producir biocombustible III en Chile. Santiago, CH (en línea). Fecha de consulta: 24 de marzo del 2010. Disponible en: <http://jatrofachile.blogspot.com/2007/11/jatropha-curcas-chile-biocombustible-de.html>
- López, J. C. 2009. Caracterización de 60 accesiones de piñón (*Jatropha curcas* L.) colectados en la provincia de Manabí y Loja. Tesis, Ing. Agr. Manabí, Ecuador. Facultad de Agronomía. Universidad Técnica de Manabí.
- Mendoza Z., H. 2007. Desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento del piñón (*Jatropha curcas*) como fuentes de biocombustible en tierras marginales secas del litoral ecuatoriano. INIAP. Estación Experimental Portoviejo. Proyecto CEREPS. 43 p.

Villalta, M. Y. 2009. Estudio descriptivo del comportamiento del piñón (*Jatropha curcas* L.) en el departamento de Yoro, Honduras. Tesis. Ing. de Desarrollo socioeconómico y ambiente. Zamorano-Honduras.

Wikipedia. 2008. *Jatropha curcas* (en línea). Fecha de consulta: 25 de enero del 2010.

Disponible en : [http://es.wikipedia.org/wiki/Jatropha\\_curcas](http://es.wikipedia.org/wiki/Jatropha_curcas)

# **A N E X O S**

**Foto 1. Reconocimiento del terreno para Piñon (*Jatropha curcas* L.)**



**Fuente: Los autores**

**Foto 2. Medición y delimitación del terreno**



**Fuente: Los autores**

**Foto 3 y 4. Huequiado**



**Fuente: Los autores**

**Foto 5. Materiales para sembrar**



**Fuente: Los autores**

**Foto 6. Fertilización antes del sembrado**



**Fuente: Los autores**

**Foto 7 y 8. Siembra y tapado de hoyos**



**Fuente: Los autores**

**Foto 9. Toma de datos, altura de planta (cm)**



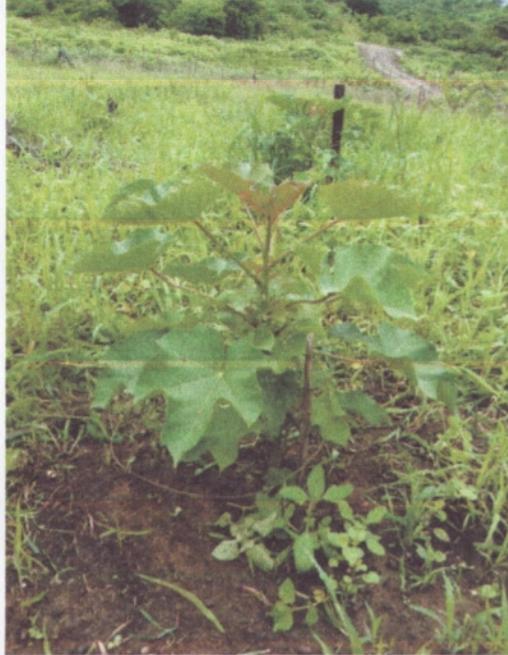
**Fuente: Los autores**

**Foto 10. Toma de datos junto al Director de Tesis**



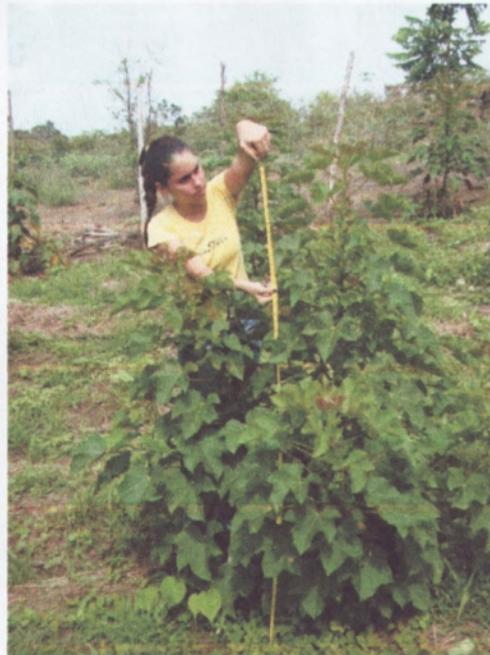
**Fuente: Los Autores**

**Foto 11. *Jatropha curcas* en crecimiento (30 días)**



**Fuente: Los autores**

**Foto 12. Medición altura de planta a los 90 días**



**Fuente: Los Autores**

**Foto 13. Medición diámetro de tallo**



**Fuente: Los autores**

**Foto 14. Floración**



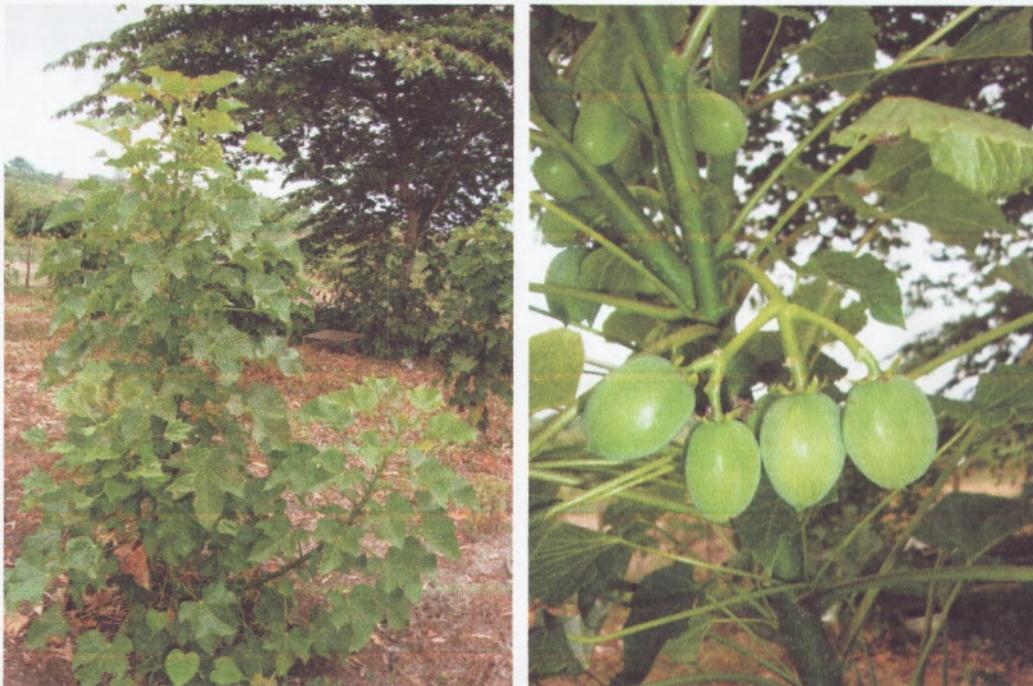
**Fuente: Los autores**

**Foto 15. Cultivo a los 120 días**



**Fuente: Los autores**

**Foto 16 y 17. Planta y frutos del piñón**



**Fuente: Los autores**

**Foto 18. Frutos madurando**



**Fuente: Los autores**

**Foto 19. Frutos verdes, maduros y secos**



**Fuente: Los autores**

**Foto 20. Cultivo a los 200 días**



**Fuente: Los autores**

**Foto 21 y 22. Toma de datos: Altura de planta y diámetro de tallo.**



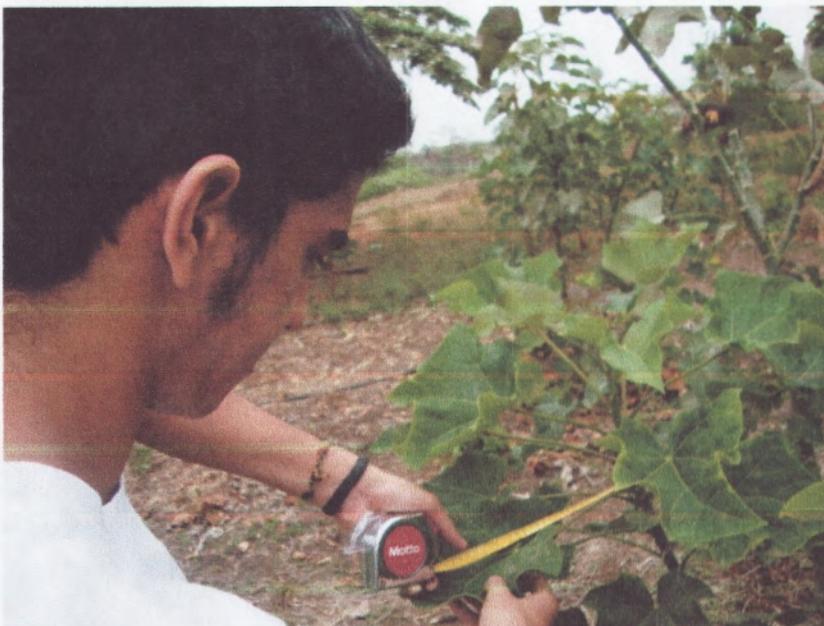
**Fuente: Los Autores**

**Foto 22. Toma de datos: tamaño de hoja**



**Fuente: Los Autores**

**Foto 23. Toma de datos: tamaño de peciolo**



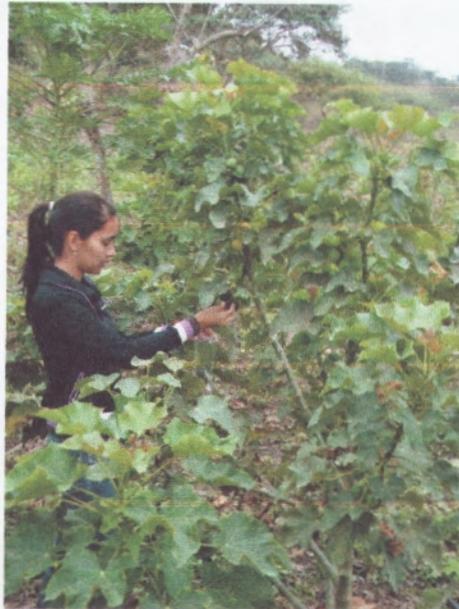
**Fuente: Los Autores**

**Foto 24 y 25. Frutos listos para la cosecha**



**Fuente: Los autores**

**Foto 26. Recolección de frutos para conteo**



**Fuente: Los autores**

**Foto 21. Frutos cosechados para el conteo**



**Fuente: Los autores**