

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN  
DE PLÁNTULAS DE VARIEDADES DE PAPAYA,  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO; ESTANZUELA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

**ERICK ALEXANDER CORDÓN MENÉNDEZ**  
CARNET 61433-98

ZACAPA, JULIO DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS

EFFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN  
DE PLÁNTULAS DE VARIEDADES DE PAPAYA,  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO; ESTANZUELA, ZACAPA  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**ERICK ALEXANDER CORDÓN MENÉNDEZ**

PREVIO A CONFERÍRSELE  
EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO EN CIENCIAS  
HORTÍCOLAS

ZACAPA, JULIO DE 2015  
CAMPUS "SAN LUIS GONZAGA, S. J" DE ZACAPA

## **AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

## **AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. ÁNGEL OTTONIEL CORDÓN GARCÍA

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

ING. EDGAR ROLANDO GUIROLA OSORIO

ING. FRANCISCO ARTURO VILLATORO RODRIGUEZ

ING. JOSÉ ÁNGEL URZÚA DUARTE

Guatemala 1 de agosto de 2015.

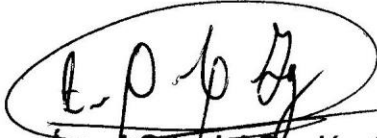
Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Erick Alexander Cordón Menéndez, carné 61433-98, titulado: "EFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE VARIEDADES DE PAPAYA, BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO; ESTANZUELA, ZACAPA".

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Angel Ottoniel Cordón García  
Colegiado No. 4,506.  
Cód. URL 19037



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06319-2015

### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante ERICK ALEXANDER CORDÓN MENENDEZ, Carnet 61433-98 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS HORTÍCOLAS, del Campus de Zacapa, que consta en el Acta No. 0672-2015 de fecha 22 de junio de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EFFECTO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS SOBRE LA PRODUCCIÓN  
DE PLÁNTULAS DE VARIETADES DE PAPAYA,  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO; ESTANZUELA, ZACAPA

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO en el grado académico de LICENCIADO EN CIENCIAS HORTÍCOLAS.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 31 días del mes de julio del año 2015.

  
ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARÍA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios que me dio la vida y la bendición de superarme a lo largo de mi vida.

La universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias ambientales y agrícolas me brindo sabiduría y me formo como profesional.

Ángel Ottoniel Cordón por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

Gerente de PILSAZA Arturo rosa Salguero por brindarme el apoyo necesario para desarrollar la presente investigación.

Mis padres por su esfuerzo en darme oportunidades de estudio y apoyarme en mis metas.

Mi esposa porque es la persona que me motiva a ser mejor cada día.

La Universidad Rafael Landívar, por brindarme el conocimiento e inculcarme valores durante mi formación profesional.

Todas las personas y amigos que de una u otra forma contribuyeron con mi persona para el desarrollo de la presente investigación.

## DEDICATORIA

A:

Dios: Ser supremo que nos muestra que con paciencia y sabiduría tomados de la mano de Él todo es posible.

Mi esposa Rosa María Cabrera de Córdón, por brindarme la fortaleza para continuar cuando tuve dudas y ser el soporte de mi vida necesitaba, nunca dejarme rendirme y por ser mi mejor amiga, mi amor y esposa.

Mis padres: Luis Humberto Córdón Pérez y Alma Marínela Menéndez Morales por sus consejos y el apoyo en cada etapa de mi vida.

Mis Hijas: kristhel Andrea Córdón Cabrera y Amy Vanessa Córdón Cabrera por ser la motivación.

Mis amigos: Por los buenos momentos y los años de estudio juntos.

## ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 CULTIVO DE LA PAPAYA	2
2.1.1 Origen	2
2.1.2 Clasificación taxonómica	3
2.1.3 Morfología	3
2.1.4 Requerimientos climáticos y edáficos	4
2.1.5 Características botánicas	5
2.1.6 Variedades	6
2.1.7 Requerimientos nutricionales	8
2.2 PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS	8
2.2.1 Plántulas	8
2.2.2 Importancia de la producción de plántulas	8
2.2.3 Sustratos empleados en la producción de plántulas	9
2.3 ESTRUCTURAS DE INVERNADERO	9
2.3.1 Ventajas	10
2.3.2 Desventajas	10
2.4 ÁCIDOS ORGÁNICOS	10
2.4.1 Sustancias húmicas	10
2.4.2 Antecedentes históricos y origen de las sustancias húmicas	11
2.4.3 Ácidos húmicos	12
2.4.4 Ácidos fúlvicos	12
2.4.5 Húmitron 12L	12



III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
	3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	14
IV.	OBJETIVOS	15
	4.1 OBJETIVO GENERAL	15
	4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
V.	HIPÓTESIS	16
VI.	METODOLOGÍA	17
	6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO	17
	6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL	17
	6.3 FACTORES A ESTUDIAR	17
	6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	18
	6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL	18
	6.6 MODELO ESTADÍSTICO	19
	6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL	19
	6.8 CROQUIS DE CAMPO	20
	6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO	20
	6.10 VARIABLES RESPUESTA	21
	6.10.1 Vigorosidad	21
	6.10.2 Porcentajes de pegue de las plántulas en el campo definitivo	22
	6.10.3 Costo e ingresos	22
	6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	22
	6.11.1 Análisis estadístico	22
	6.11.2 Análisis económico	22

Página

VII.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	24
	7.1 Longitud de tallo	24
	7.2 Diámetro de tallo	26
	7.3 Peso radicular	29
	7.4 Porcentaje de pegue	31
	7.5 Análisis económico	33
VIII.	CONCLUSIONES	35
IX.	RECOMENDACIONES	36
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
XI.	ANEXOS	39

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tratamientos a evaluar en la investigación	18
Cuadro 2.	Cronograma de actividades	23
Cuadro 3.	Análisis de varianza para variable longitud de tallo	24
Cuadro 4.	Análisis de varianza para variable diámetro de tallo	27
Cuadro 5.	Análisis de varianza para variable peso radicular	29
Cuadro 6.	Análisis de varianza para variable porcentaje de pegue	32
Cuadro 7.	Análisis económico	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Distribución de los tratamientos	20
Figura 2.	Prueba de media Tukey en variable longitud de tallo nivel A	25
Figura 3.	Prueba de media Tukey en variable longitud de tallo nivel B	25
Figura 4.	Grafica comparativa entre factor A y B, variable longitud de tallo	26
Figura 5.	Prueba de media Tukey en variable diámetro de tallo nivel A	27
Figura 6.	Prueba de media Tukey en variable diámetro de tallo nivel B	27
Figura 7.	Grafica comparativa entre factor A y B variable diámetro de tallo	28
Figura 8.	Prueba de media Tukey en variable peso radicular nivel A	30
Figura 9.	Prueba de media Tukey en variable peso radicular nivel B	30
Figura 10.	Grafica comparativa entre factor A y B variable peso radicular	31
Figura 11.	Prueba de media Tukey en variable porcentaje de pegue nivel B	32

	Página
Figura 12. Grafica comparativa entre factor A y B, porcentaje de pegue	33
Figura 13. Producto comercial Húmitron 12L	39
Figura 14. Ubicación geográfica de pilones y servicios agrícolas de Zacapa	39
Figura 15. Variedad de papaya Tainung f1	40
Figura 16. Variedad de papaya Lenia plus	40
Figura 17. Ficha técnica	41
Figura 18. Ubicación de los tratamientos dentro de la pilonera	42
Figura 19. Ubicación de los tratamientos ya germinados	42
Figura 20. Midiendo altura de tallo	43
Figura 21. Midiendo grosor de tallo	43
Figura 22. Pesando raíces	44
Figura 23. Plántula de papaya 20 días después de siembra	44

# **Efecto de ácidos orgánicos sobre la producción de plántulas de papaya, bajo condiciones de invernadero; Estanzuela, Zacapa.**

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar que dosis de ácidos orgánicos proporciona mejor altura de plántula, mayor diámetro de tallo, más peso radicular y mejor porcentaje de pegue en el campo definitivo, en dos materiales de papaya los cuales fueron Lenia plus y Tainung f1. Se estableció un experimento a nivel de campo, utilizando un diseño Bifactorial de bloques completos al azar, evaluando cuatro dosis de ácidos orgánicos, las cuales fueron 400, 300, 200, 0 cc/100 litros de agua, con cuatro repeticiones. Se tomaron como indicadores altura de plántula, diámetro de tallo, peso radicular. Se concluye que las dosis de ácidos orgánicos de 400 y 300 cc/100 litros de agua, presentaron los mejores resultados con un porcentaje de pegue del 100% en el campo definitivo para ambos materiales de papaya. En la relación a beneficio/costo se pudo constatar que, la variedad Tainung con dosis de ácidos orgánicos de 300 cms/100 L de agua registró una mejor proporción, ya que obtuvo una rentabilidad del 19.70%, con un porcentaje de pegue del 100%. Por lo anterior se recomienda la dosis de 300 cms/100 L de agua de ácidos orgánicos tanto para la variedad Lenia como para la variedad Tainung, la cual registro la mejor calidad y sanidad de las plántulas de papaya, que proporciona un 100% de viabilidad en el campo definitivo en comparación con el tratamiento testigo, consiguiendo así una plantación más homogénea.

## **Effect of organic acids on the production of seedlings of papaya, under greenhouse conditions; Estanzuela, Zacapa.**

### **Summary**

The present research work took as a target to determine the dose of organic acids that provides better height of seedling, best stem diameter, more weight root and better percentage of sticking in definitive field, in two papaya materials, Lenia plus and Tainung f1. An experiment was established at field level, using a design Bifactorial of finished blocks at random, evaluating four doses of organic acids, which were 400, 300, 200, 0 cc/100 liters of water, with four repetitions. The variable evaluated were height of seedling, diameter of stem, radicular weight. It is conclude that the doses of organic acids of 400 and 300 cc/100 liters of water, they presented the best results with a percentage of sticking of 100 % in the definitive field for both papaya materials. In the relation to benefit / cost it was possible to state that, the variety Tainung with dose of 300 centimeters organic acids /100 L of water registered a better proportion, since it obtained profitability of 19.70 %, with a percentage of sticking of 100 %. It is recommended, the dose of 300 cms/100 L of water of organic acids both for the variety Lenia and for the variety Tainung, which registered the best quality and health of the seedlings of papaya, providing a 100% viability in the final field compared to the control treatment, thereby achieving a more homogeneous plantation.

## I. INTRODUCCIÓN

La república de Guatemala se encuentra ubicada en una de las regiones tropicales de mayor diversificación agrícola en el mundo; dadas las condiciones ambientales y edáficas se ubica en una posición ideal para la explotación de la mayor parte de cultivos agrícolas que actualmente son demandados en el mercado internacional; uno de los cultivos no tradicionales de exportación que ha logrado una gran demanda en el mercado nacional e internacional, es el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) y de ahí el surgimiento de muchas empresas agroexportadoras y productores individuales que dedican sus esfuerzos a la comercialización de dicho producto.

Previo al establecimiento de las plantaciones de papaya, es necesaria la producción de una plántula vigorosa y que reúna todas las características ideales que le permitan su viabilidad en el campo de cultivo definitivo; por lo general estas plántulas son producidas a la intemperie, lo cual las hace propensas al efecto de plagas que pueden afectar su desarrollo y a condiciones agroclimáticas que no son las ideales para su producción; en la actualidad una de las tecnologías de punta, para la producción de plántulas en la mayor parte de hortalizas, con explotaciones extensivas, es en invernaderos, los cuales proporcionan las condiciones ambientales y de protección física, permitiendo de esta manera producir plántulas que se adapten con facilidad al campo de cultivo definitivo; por su parte, el mercado internacional que cada día es más exigente ha optado por el consumo de productos agrícolas manejados bajo condiciones orgánicas, prácticas que los productores de papaya han ido adoptando y tomando en cuenta para el establecimiento de sus plantaciones.

Considerando la importancia del cultivo de la papaya y analizando los avances tecnológicos en la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero, la presente investigación propone evaluar el efecto de cuatro dosis de aplicación de ácidos orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos) sobre la producción de plántulas de dos variedades de papaya (Tainung f1 y Lenia plus) bajo condiciones de invernadero, en el municipio de Estanzuela, Zacapa; con la finalidad de generar información que contribuya al desarrollo del gremio agrícola a nivel nacional y de esta manera incrementar la competitividad a nivel internacional.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 CULTIVO DE LA PAPAYA

#### 2.1.1 Origen

Su origen se ubica en las tierras bajas de la América tropical, específicamente en Mesoamérica o la región que incluye el sureste de México hasta Costa Rica; fue descrita por primera vez en el año 1,526 por el historiador Fernández de Oviedo y en su descripción mencionó que los colonizadores españoles le llamaban “higos de mastuerzo” y “papaya de los pájaros”. A través del intercambio natural entre los primeros pobladores de América y el Caribe, la fruta logró diseminarse por muchas regiones de esas áreas. También se ha observado una gran concentración de especies de Carica en la región oriental de los andes, comprendida entre Brasil, Bolivia, Colombia y Venezuela.

El vocablo papaya es de origen arahuaco, que era el lenguaje hablado por los pobladores de las Antillas y otras regiones durante la conquista. De hecho, el taino de origen arahuaco, era el principal lenguaje de La Española y Cuba en el momento de llegar Cristóbal Colón. Actualmente esta fruta existe en todas las áreas tropicales del mundo. Los mayores productores son Brasil, México, Indonesia y Filipinas. Todas las especies de Carica son nativas de la América tropical. Los relatos del siglo XVIII de los viajeros y botánicos indican que las semillas de papaya fueron llevadas del Caribe a Las Molucas y de ahí a la India. Desde Las Molucas y Filipinas se distribuyó a toda Asia y a la región del Pacífico Sur (Jiménez, 2002).

El material genético original llegó a las islas a principios de siglo, proveniente de las islas del Caribe. Los españoles de la época de Cristóbal Colón vieron esta deliciosa fruta por primera vez, casualmente en estas islas. Ellos tuvieron la oportunidad de observar los múltiples usos que los indígenas le daban a esta maravillosa fruta (Nakasone, 1986).



### **2.1.2 Clasificación taxonómica** (Jiménez, 2002).

Reino: Vegetal/Plantae

Clase: Magnoliatae

Sub Clase: Chripetala

Orden: Parietales

Familia: Caricaceae

Género: *Carica*

Especie: *Carica papaya* L.

Nombre Común: papaya, lechosa.

### **2.1.3 Morfología**

La papaya es una planta perenne, de vida corta y llega a crecer hasta nueve metros. Su tronco es herbáceo, hueco y normalmente sin ramas. Las hojas tienen lóbulos profundos, son palmeadas y se sostienen por medio de pecíolos largos y huecos que aparecen en el tallo. Las flores salen de las axilas que forman los pecíolos y el tallo en número de 3 a 5. Las hojas más viejas mueren y caen conforme el árbol crece. Una planta sana posee alrededor de unas 30 hojas funcionales, por lo que se estima que una hoja representa entre 3 y 4 del área foliar total. Las flores producen una fragancia y poseen cinco pétalos de color blanco-crema y amarillo-anaranjado de 1 a 2.5 cm de largo. Las superficies de los estigmas son de color verde pálido y los estambres amarillo brillante. Los frutos son de cáscara lisa y su tamaño varía según la variedad y tipo de planta. El sistema radical se extiende en forma radial y la raíz pivotante alcanza profundidades de un metro o más. La mayor cantidad de raíces se encuentra en los primeros 10 cm de profundidad y se extiende en un radio de hasta 1.80 m. Las raíces más finas están entre los 80 y 90 cm del tallo (Jiménez, 2002).

## **2.1.4 Requerimientos climáticos y edáficos**

### **a. Temperatura**

En términos generales, y para propósitos comerciales, la papaya crece bien en climas tropicales y en particular en las isotermas de 25 °C. Las temperaturas bajas inhiben su crecimiento y temperaturas altas, le provocan abscisión floral y bajas en la producción. Los cultivos requieren humedad en precipitaciones de 1,500 mm a 2,500 mm anuales, así como riegos suplementarios, indispensables para una buena producción. La combinación ideal sería de seis a ocho meses de lluvia y el resto con riego suplementario (Jiménez, 2002).

### **b. Suelos**

Además de tomar en cuenta las temperaturas, precipitación, vientos, drenaje y plagas del suelo, un factor determinante del éxito es el suelo. El tipo ideal de éste es el que tiene un alto contenido de materia orgánica, del tipo franco limoso, preferiblemente de origen aluvial, profundo y suelto con un pH no inferior a 6. Deben evitarse los suelos ácidos, erosionados y con alto contenido de hierro y aluminio, aunque pueden ser aprovechados con buenas prácticas de corrección de pH y programas de nutrición (Jiménez, 2002).

### **c. Drenaje**

Otro factor fundamental que tiene una enorme incidencia en la salud del sistema radical de la plantación y en los buenos resultados, es la evacuación eficiente del exceso de humedad o la reducción del nivel freático por medio de un excelente sistema de drenaje, especialmente si la precipitación anual está por encima de los 2,000 mm. La práctica de usar lomillos para realizar la siembra ayuda enormemente a evitar el estancamiento de agua. La producción y la calidad disminuyen en elevaciones altas; o sea, por encima de los 1,000 m.s.n.m., pues la fruta se vuelve insípida y deforme (Jiménez, 2002).

#### **d. Viento**

Si la planta tiene desarrollado un buen sistema radicular y bien profundo, puede soportar vientos de 80 kilómetros por hora, pero en general se recomienda sembrar donde predominan los vientos bajos y suaves (Jiménez, 2002).

#### **2.1.5 Características botánicas**

Según indica el Manual del Cultivo de Papaya (MAGA, 1999), entre las características más importantes del cultivo están:

El sistema radicular de la planta lo componen unas pocas raíces grandes, poco profundas, cuya estructura es semejante a la del tallo pero con la corteza color blanco y con muchas raicillas, la raíz pivotante alcanza longitudes de 1 metro y las secundarias 0.80 metros; el tallo generalmente no ramifica y cuando lo hace emite pocas ramas, las cuales deben eliminarse para evitar que le resten vigor, puede crecer hasta 8 metros y alcanzar diámetros hasta de 0.30 metros; sus hojas son alternas, palmeadas, simples, grandes, lisas y forman una corona compacta en la parte terminal del tallo, el pecíolo es largo, hueco, ligeramente curvo hacia arriba y de color verde, rojizo o morado según el cultivar, puede medir entre 0.25 a 1 metro de longitud, el haz es de color verde oscuro o verde amarillo, brillante, las venas reticuladas.

Una planta sana puede tener alrededor de 25 a 30 hojas; se mencionan diferentes tipos florales, no obstante los más comunes son los siguientes: Flor femenina típica, que se caracteriza por presentar flores grandes, de forma cónica cuando aún están cerradas, al abrir los cinco pétalos lo hacen hasta la base. El ovario es grande, circular, liso o ligeramente ondulado. Los frutos de este tipo de flor generalmente son de forma esférica u ovoide, flor hermafrodita pentandria, se parece a la anterior especialmente cuando están cerradas, pero la diferencia se manifiesta en que tienen cinco estambres cortos, que corresponden en su ubicación con los cinco pétalos que también abren hasta la base, el ovario presenta cinco surcos profundos longitudinales que permanecen hasta la madurez, el fruto adquiere una forma desde globular hasta ancho ovalada, flor masculina, estas flores tienen un tubo de la corola largo y delgado,

presentan 10 estambres en dos series de cinco; el pistilo es rudimentario sin estigma y normalmente no es funcional; el fruto es una baya de tamaño y forma variable dependiendo del tipo de flor que lo origina, el peso de los frutos oscila entre 200 gramos y 8 kilogramos aproximadamente; la corteza es de color verde en los frutos jóvenes y se torna de amarillo claro a rojo cuando alcanza la madurez, en su interior se presenta una cavidad con numerosas semillas (de 50 a 500 dependiendo del cultivar), las cuales pueden ser de color gris o negro, y están encerradas en un arilo transparente llamado sacotesta (MAGA, 1999).

## **2.1.6 Variedades**

### **a. Papaya Lenia**

La papaya Lenia surge a partir de mejorar genéticamente las características de las papayas tipo Maradol que se comercializan en México (papayasanaya, 2014).

Características fundamentales de Lenia:

- Inicia su floración a 1.5 a 2 meses después del trasplante.
- Se comporta adecuadamente con altas densidades de plantas (más de 3,000 plantas/ha), su cosecha inicia de 6.5 meses en adelante, garantiza un ciclo productivo de 18 a 20 meses, si se maneja bien técnicamente.
- Posee una alta estabilidad genética que le permite una mayor uniformidad en la producción de frutos en todas las plantas de la población.
- Mantiene un alto por ciento de plantas de los tipos hermafroditas y/o alargados.
- Posee un desarrollo vigoroso y mantiene su porte bajo durante el primer año de cosecha.
- No es resistente al virus, pero logra desarrollarse y producir flores y frutos a pesar de la presencia del virus, siempre que no haya sido inoculada antes del quinto mes de su desarrollo vegetativo. Esto le permite producir frutos para dar una cosecha rentable para el productor.
- Produce hasta más de 70 frutos por árbol, donde su peso puede oscilar de 1.8 – 3.0 kg, de pulpa o mesocarpo rojo, que posee un dulzor o brix de más de 12%.

Piel o epidermis gruesa de amarillo-naranja brillante al madurar, que evade mejor el ataque de hongos en la superficie del fruto.

- Tiene un potencial genético que rebasa las 150 t/ha cuando se aplica alta tecnología. Existen resultados de más 200 t/ha, con tecnología de punta.
- Soporta mejor los cambios climáticos extremos, lo que le permite que aparezcan con menor porcentaje flores estériles y deformaciones de frutos.
- Su estabilidad genética ofrece uniformidad al tener frutos en casi la totalidad de los árboles de la huerta.
- Por su gran vigor y vitalidad, se garantiza una germinación alrededor del 85%, por ello es necesario un manejo adecuado de la semilla.

#### **b. Papaya Tainung 1**

Es una mejora genética de origen taiwanés, las características principales son: (Mylagro, 2014).

- Esta especie se destaca porque tiene la pulpa de color rojo y un buen aroma fuerte. Su peso promedio es de 1.1 kilos.
- La madurez se identifica cuando el fruto empieza a tornarse amarillo pintón, por lo menos en un 40% de la superficie y se hace suave al tacto. La papaya requiere de seis meses para la floración y otros cinco para la cosecha.
- Ciclo de vida total es de 18 meses.
- El inicio de cosecha es a los 7 meses después del trasplante en el campo de cultivo.
- Su rendimiento con un buen manejo agronómico es de 100 a 120 t/ha.
- Su adaptabilidad se encuentra entre los 100 – 1600 metros sobre el nivel del mar.

### **2.1.7 Requerimientos nutricionales**

No es necesario ningún manejo de fertilización durante las primeras 2 semanas de germinadas las plántulas, porque se mantienen de sus propias reservas, pero después de ese lapso es conveniente hacer remojo de pilones a la tercera semana con un fertilizante hidrosoluble, de preferencia de fórmula 20-30-10 (2 gramos por litro de agua) en combinación, para estimular el crecimiento del sistema radicular y un buen desarrollo del tallo de la plántula, la cual estará lista para su trasplante a las 8 semanas de haber germinado; esta técnica de remojo de pilones consiste en sumergir las bandejas en su parte basal durante 1 minuto en una solución con la mezcla anteriormente descrita, debido a la alta productividad, el cultivo de la papaya es muy intensivo en cuanto a la fertilización (Jiménez, 2002).

## **2.2. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS**

### **2.2.1 Plántulas en pilón**

Es una plántula desarrollada en un sustrato estéril, pero constituido por ciertos elementos que favorecen el desarrollo del sistema radicular; se utilizan mezclas especiales balanceadas con vermiculita o perlita para retener humedad que ayudan al intercambio catiónico. La ventaja del pilón con las características que se mencionan, es que tiene la cualidad de proporcionar a la plántula la aireación y humedad deseada para su buen desarrollo durante su estancia en el invernadero (Jiménez, 2002).

### **2.2.2 Importancia de la producción de plántulas**

Al obtener plantas en un vivero se logra una mayor uniformidad, reducción del periodo de producción y sus costos, con lo cual se logran cultivos más uniformes y sanos (Jiménez, 2002).

### **2.2.3 Sustratos empleados en la producción de plántulas**

Según el libro propagación de plantas (Hartman y Kester, 1988) el término sustrato se refiere a cualquier material natural o sintético distinto del suelo, que colocado en un contenedor permite anclar el sistema radicular. Un sustrato de este tipo puede intervenir o no en el proceso de nutrición. Según el manual agropecuario (Ibalpe, 2002), las funciones básicas de los sustratos deben ser retener agua en forma disponible para la planta, proporcionar oxígeno para la respiración radicular, suministrar nutrientes, actuar como un soporte para la planta en crecimiento.

## **2.3 ESTRUCTURAS DE INVERNADERO**

Área especial bajo cobertura, con condiciones artificiales donde se le puede proporcionar a las plántulas condiciones controladas tales como: humedad, temperatura, aireación y luz principalmente, para que se desarrollen en un ambiente adecuado, para que su respuesta en el campo libre o área de cultivo sea exitosa (DRAE, 2001).

Es un espacio con el microclima apropiado para el óptimo desarrollo de una plantación específica, por lo tanto, es importante considerar el diseño para poder obtener una buena temperatura, humedad relativa, ventilación, y alcanzar una alta productividad a bajo costo, en menos tiempo, protegiendo los cultivos de la lluvia, el granizo, las heladas, y excesos de viento que pueden afectar a las plántulas de papaya.

Un invernadero es una herramienta muy útil para producir fuera de temporada, conseguir mayor precocidad, aumentar los rendimientos, acortar los ciclos vegetativos de las plantas, mejorar la calidad de los cultivos mediante una atmósfera interior artificial y controlada, también produce una economía en el riego por la menor evapotranspiración, que es la pérdida de agua por la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas, al estar protegidas del viento, ya que las plántulas de papaya son muy susceptibles; la construcción de un invernadero es simple, basta una estructura de soporte de madera, PVC o metal y una cubierta que puede ser polietileno transparente, policarbonato o vidrios, que lo cubrirá por los cuatro costados y el techo;

de esta manera se retiene y mantiene en su interior una buena parte de la temperatura que se produce por el calor del sol o por estufas. Los invernaderos requieren un sistema para regular la ventilación, la humedad y la temperatura interior (De león, 2009).

### **2.3.1 Ventajas**

Mejor control de plagas y enfermedades, largos períodos de cosecha, protección de lluvia, mejores rendimientos y calidad de producto, protección de rayos U.V, mejor control de la humedad y manejo de agua, aumento de los rendimientos en las cosechas, reducción de costos de producción y de manejo del cultivo, mejores precios, mejor calidad de los productos, precocidad de las cosechas, y vida de las plantas (De león, 2009).

### **2.3.2 Desventajas**

Costo alto, mano de obra calificada, estrictos controles de inocuidad (De león, 2009).

## **2.4. ÁCIDOS ORGÁNICOS**

### **2.4.1 Sustancias húmicas**

Las sustancias húmicas son compuestos orgánicos derivados del humus provenientes de diferentes fuentes. Los ácidos húmicos y fúlvicos son componentes principales de las sustancias húmicas. La composición química de estos ácidos es compleja y varía en relación con la materia prima que se usa para su extracción. A nivel mundial, los países como EEUU, España, Rusia, Rumania, Bulgaria y Polonia son productores mayores de sustancias húmicas. La materia prima usada por estos países, por lo general proviene de leonardita (carbón de baja calidad). La leonardita contiene ácidos orgánicos de alto peso molecular y relativamente pocos grupos funcionales. Otra materia prima son turbas de pantanos, aguas de los ríos son algunos casos de humus producidos en pantanos artificiales (Singh, 2002; citado por Comportandociencia, 2008).



## **2.4.2 Antecedentes históricos y origen de las sustancias húmicas**

Las sustancias húmicas son probablemente los materiales de carácter orgánico más ampliamente distribuidos en la naturaleza, representando aproximadamente el 50 % de la materia orgánica total del suelo (Tonelli, Seeber, Ciavatta, Gessa, 1997). A Saussure (1804) se le atribuye la introducción del término humus para describir la materia orgánica de color oscuro del suelo. Además, este investigador fue el primero en presentar la teoría de que el humus participa en la nutrición vegetal, el término ácido húmico para identificar la fracción soluble en álcali e insoluble en ácido, de la materia orgánica del suelo, tiene su origen en la época de Berzelius (1839).

A finales del siglo XIX se llegó a la conclusión que el humus estaba compuesto por una mezcla compleja de sustancias orgánicas, la mayoría de ellas de naturaleza coloidal, con débiles propiedades ácidas, y no de compuestos químicos definidos precursores de las sustancias húmicas como trató de demostrar Mulder (1862); Shmook (1930) realizó un detallado estudio de la naturaleza y estructura de los ácidos húmicos y los consideró no como un compuesto específico sino como una mezcla de sustancias interrelacionadas con rasgos estructurales similares; Waksman (1936) recomendó la utilización del concepto humus para hacer referencia a la totalidad de la materia orgánica presente en el suelo; este concepto engloba un amplio espectro de constituyentes de naturaleza orgánica que provienen de la degradación biológica y bioquímica de restos animales y vegetales, así como productos del metabolismo de los microorganismos (Schnitzer, 1978; citado por Comportandociencia, 2008).

## **2.4.3 Ácidos húmicos**

Los ácidos húmicos actúan directamente sobre la nutrición de la planta, liberan nutrientes fijados en el suelo, estabilizan el pH, aumentan la permeabilidad del suelo y su aireación, poniendo a disposición de la raíces más CO<sub>2</sub> para su correcta respiración, produce agregados con otras partículas inorgánicas, evitando el encharcamiento del suelo, aumenta la capacidad de retención de agua (por adherencia) y la capacidad de cambio del suelo, evita la retrogradación del fósforo y la potasa formando humatos y

humofosfatos, mejorando el estado nutricional de la planta, estos son extraíbles en medio alcalino y que precipitan al acidificar. La base de su estructura está formada por un gran grupo de estructuras aromáticas y cadenas alifáticas. Poseen diversos grupos funcionales tales como hidroxilos, carboxilos, metoxilos, fenólicos, etc. Son de color pardo oscuro y peso molecular muy alto (Payeras, 2011).

#### **2.4.4 Ácidos fúlvicos**

Fúlvico procede de la palabra “fulvus”, amarillo, en referencia al color que suelen mostrar, los efectos de los ácidos fúlvicos son visibles principalmente en la parte subterránea de las plantas, ya que posee un extraordinario poder estimulante en la raíz, posee la capacidad de formar quelatos con otros elementos, aumentando su biodisponibilidad por la planta, extraíble en medio alcalino y cuyos componentes permanecen en disolución después de acidificar el extracto. Poseen una estructura relativamente similar a la de los ácidos húmicos pero con un menor peso molecular. También están menos polimerizados y contienen una mayor proporción de cadenas alifáticas, a la vez que son más ricos en grupos fenólicos, hidroxílicos, carboxílicos y cetónicos (Payeras,2011).

#### **2.4.5 Húmitron 12L**

Extracto húmico 12%. SA » Composición: ácidos húmicos 12.00%. Mejorador de suelos a base de sustancias húmicas concentradas (ácidos húmicos y fúlvicos) derivadas de leonardita, presentado en forma de solución acuosa. Favorece la asimilación de nutrimentos, ya que incrementa la permeabilidad de las membranas celulares; quelata elementos menores y forma complejos con elementos mayores; mejora las poblaciones microbianas del suelo.

En consecuencia, favorece los procesos fisiológicos de la planta, tales como la absorción por vía foliar y radical de los nutrimentos y de otros productos aportados al cultivo, así como su translocación en el interior de la planta. Puede ser aplicado en cualquier cultivo: Cereales, hortalizas, leguminosas, oleaginosas, cultivos perennes,

frutales caducifolios, perennes tropicales, etc., en aplicaciones al suelo o foliares con suficiente agua para lograr un buen cubrimiento del follaje.

Dosis: Producción de plántulas, 200-400 ml/100 L de agua (hl) o en mezcla con los fertilizantes, para charolas, almácigos o viveros, aplicar en el agua de riego, al trasplante, 1.0-2.0 L/ha, aplicar en mezcla con el fertilizante arrancador, aplicación al suelo, 5.0-15.0 L/ha, aplicar con el agua de riego (rodado, aspersion, goteo o cintilla) o en mezcla con el fertilizante en las etapas críticas de desarrollo del cultivo (germinación, desarrollo vegetativo, floración, amarre de frutos y desarrollo del fruto), aplicación foliar, 1.0-3.0 L/ha, aplicar conjuntamente con las aplicaciones de productos foliares (Arista-gbm, 2013).

### **III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

Guatemala se ha caracterizado por ser un país eminentemente agrícola, sus condiciones agroclimáticas y ubicación geográfica, la han convertido en un atractivo para la explotación agraria, dirigido principalmente al mercado internacional, entre los productos no tradicionales de exportación, sobresale el cultivo de la papaya, la cual además de ser demandada a nivel internacional, es comercializada en los mercados nacionales; convirtiéndose de esta manera en un cultivo atractivo para los productores individuales y empresas agroexportadoras establecidas en el país. En la actualidad la tecnificación en las labores agrícolas ha tenido un alto impacto en el buen desarrollo de los cultivos; así mismo, la incorporación de prácticas orgánicas que de una u otra forma influyen en la mejor aceptación de los productos en el mercado internacional.

Una de las prácticas agrícolas del cultivo de la papaya ha sido la producción de plántulas, con las cuales se ha alcanzado una mejor adaptación del cultivo al campo definitivo y por ende un mayor desarrollo, rendimiento y calidad en la producción; se busca como objetivo promover la vigorosidad de las plántulas de papaya para poder incrementar la viabilidad de la misma en el campo definitivo; según información proporcionada por Ing. Arturo Rosa (Comunicación personal, 14 de febrero de 2014) Gerente de Pilonos y Servicios Agrícolas de Zacapa, el porcentaje de pegue está en un 85%.

Se propone en este caso experimentar con la aplicación de ácidos húmicos y determinar si aumentan el porcentaje de pegue, para que el agricultor no invierta más, en gastos de resiembra, y así poder tener una plantación más homogénea, lo cual facilita su manejo. Considerando la importancia del cultivo en nuestro medio, la presente investigación tiene como finalidad, evaluar el efecto de la aplicación de cuatro dosis de ácidos orgánicos (ácidos húmicos) sobre la producción de plántulas de dos variedades de papaya (Tainung f1 y Lenia plus) bajo condiciones de invernadero, en el municipio de Estanzuela, Zacapa; y de esta manera generar información que contribuya a mejorar las prácticas agronómicas del cultivo, el desarrollo e incremento en el rendimiento y calidad de la producción.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de la aplicación de ácidos orgánicos sobre la producción de plántulas de dos variedades de papaya (*Carica papaya* L.), bajo condiciones de invernadero, en el municipio de Estanzuela, Zacapa.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto de la aplicación de ácidos orgánicos sobre el vigor de la producción de plántulas de dos variedades de papaya, bajo condiciones de invernadero.
- Determinar el efecto de cuatro dosis de ácidos orgánicos sobre el porcentaje de pegue, en el campo definitivo de plántulas de dos variedades de papaya, producidas bajo condiciones de invernadero.
- Establecer la relación beneficio/costo del efecto de la aplicación de ácidos orgánicos en la producción de plántulas de dos variedades de papaya, bajo condiciones de invernadero.

## V. HIPÓTESIS

- Al menos una dosis de ácidos orgánicos provocará diferencia significativa en el porcentaje de pegue en el campo definitivo
- Al menos las plántulas de una variedad de papaya presentarán diferencia significativa en el porcentaje de pegue en el campo definitivo.
- Al menos una dosis de ácidos orgánicos provocará diferencia significativa en la vigorosidad de plántulas de dos variedades de papaya, producidas bajo condiciones de invernadero.
- Con al menos una dosis de ácidos orgánicos se obtendrá una mayor relación beneficio/costo en la producción de plántulas de dos variedades de papaya, bajo condiciones de invernadero.

## **VI. METODOLOGÍA**

### **6.1 LOCALIZACIÓN DEL TRABAJO**

La presente investigación se realizó en la empresa Pilonos y Servicios Agrícolas de Zacapa, ubicada en el municipio de Estanzuela, Zacapa, la cual se localiza en la coordenadas geográficas 14° 59' 20" latitud norte y 89° 34'36" longitud oeste del meridiano de Greenwich; a 142 kilómetros de la capital de Guatemala por la carretera CA 10 (Figura 3).

### **6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL**

Los materiales experimentales que se consideraron para el desarrollo de la investigación son los siguientes:

- Semilla de papaya variedad Tainung f1, es una mejora genética originaria de Taiwán.
- Semilla de papaya variedad Lenia plus, es una mejora genética de la papaya tipo Maradol.
- Húmitron 12L, mejorador de suelo, a base de sustancias húmicas derivadas de leonardita (ácidos húmicos y fúlvicos).

### **6.3. FACTORES A ESTUDIAR**

La presente investigación estudio los siguientes factores:

- Factor A: Variedades de papaya: Tainung f1, Lenia plus.
- Factor B: Dosis de ácidos orgánicos: 0, 200, 300 y 400 cc/100 litros de agua.

## 6.4 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

En el cuadro 1 se describen los tratamientos evaluados

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la investigación.

<b>Nivel A (Variedades)</b>	<b>Nivel B (Dosis)</b>	
Tainung F1	200 cc/100 L. agua	Tratamiento 1
	300 cc/100 L. agua	Tratamiento 2
	400 cc/100 L. agua	Tratamiento 3
	0 cc/100 L. agua	Tratamiento 4
Lenia plus	200 cc/100 L. agua	Tratamiento 5
	300 cc/100 L. agua	Tratamiento 6
	400 cc/100 L. agua	Tratamiento 7
	0 cc/100 L. agua	Tratamiento 8

cc = centímetros cúbicos.

L = litros.

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño Bifactorial en bloques completos al azar, con dos niveles en A (Variedades) y cuatro niveles en B (Dosis), con cuatro repeticiones cada uno. Nivel de significancia a  $P < 0.05$  y prueba de comparación de medias Tukey.



## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo aditivo lineal para el análisis Bifactorial será el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

En donde:

$\mu$  = efecto de la media general.

$\alpha_i$  = efecto del i-ésimo nivel del factor  $\alpha$ .

$\beta_j$  = efecto del j-ésimo nivel del factor  $\beta$ .

$(\alpha\beta)_{ij}$  = efecto de la interacción del i-ésimo nivel del factor  $\alpha$ , j-ésimo nivel del factor  $\beta$ .

$\epsilon_{ijk}$  = efecto del error experimental en el i-ésimo nivel del factor  $\alpha$ , j-ésimo nivel del factor  $\beta$ , k-ésimo bloque.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Es de 20 plántulas de papaya, a las cuales se les aplicó ácidos orgánicos (ácidos húmicos y fúlvicos).

## 6.8 CROQUIS DE CAMPO

En la figura 1 se muestra el croquis de la investigación, donde cada una de las unidades experimentales conto con un total de 20 plántulas de papaya.

T8	T7	T1	T3	T5	T2	T4	T6	Bloque I
T1	T4	T7	T6	T2	T3	T5	T8	Bloque II
T3	T6	T5	T2	T1	T7	T8	T4	Bloque III
T4	T5	T6	T1	T3	T8	T2	T7	Bloque IV

Figura 1. Distribución de los tratamientos durante la investigación.

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó de la siguiente manera:

- Preparación del sustrato: el sustrato utilizado es de la marca Berger, el cual viene comprimido y seco, éste se debe humedecer con agua, hasta lograr el grado de humedad deseado para que se pueda distribuir dentro de cada una de las celdas de la bandeja, en las cuales se llevó a cabo la siembra.
- Preparación de bandejas: previo a la siembra de las semillas, las bandejas (Material Duroport) fueron lavadas con agua a presión y posteriormente desinfectadas por inmersión, en una solución con yodo (Vanodine) en una concentración de 10 cc/litro de agua.
- Siembra de semillas para los diferentes tratamientos: posterior al lavado y desinfección de la bandeja, se procedió al llenado de las mismas con sustrato y perforación de las mismas con un rodillo, a una profundidad de dos veces el

diámetro de la semilla, colocando posteriormente una semilla en cada una de las celdas de la bandeja y su consecutiva cobertura con sustrato.

- Distribución de los tratamientos: las bandejas fueron distribuidas dentro de las instalaciones de invernadero tal y como se muestra en el croquis de campo (Figura. 1).
- Riego: este se llevó a cabo todos los días tres veces diarias, empleando boquillas nebulizadoras que permiten la aplicación de agua sin provocar ningún tipo de daño a la plántula.
- Manejo fitosanitario y nutrición vegetal empleado en la producción de plántulas: Se aplicó plaguicidas preventivos principalmente para el control de enfermedades fungosas, tales como *Phytophthora* spp. y *Fusarium* spp. para evitar el llamado mal del talluelo o damping off, así mismo se realizó la fertilización de las plántulas, aplicando fertilizantes hidrosolubles con altos contenidos en NPK.
- Aplicación de ácidos orgánicos. 1ra aplicación se efectuó a los 10 días después de la siembra. 2da aplicación a los 20 días después de la siembra. 3ra aplicación a los 30 días después de la siembra. 4ta aplicación a los 40 días después de la siembra.
- Toma de datos se efectuó en el invernadero a los 55 días después de la siembra, conforme al desarrollo de las plántulas de papaya.
- Toma de datos en campo de cultivo, se llevó a cabo a los 20 días después del trasplante de las plántulas en el campo de cultivo definitivo.
- Tabulación y análisis de la información.

## **6.10 VARIABLES RESPUESTA**

### **6.10.1 Vigorosis**

#### **a. Longitud de tallo**

Se expresó en centímetros y se cuantificó a los 55 días después de la siembra, para cada uno de los tratamientos.

### **b. Diámetro de tallo**

Se utilizó un vernier el cual proporciono un dato en milímetros y se cuantificó a los 55 días después de la siembra, para cada uno de los tratamientos, el cual consistió en 20 plántulas de papaya por tratamiento por cuatro repeticiones.

### **c. Desarrollo radicular**

Se determinó por el peso de la masa radicular, con la utilización de una pesa digital la cual suministro un peso expresado en gramos, a los 55 días después de la siembra, para cada uno de los tratamientos.

## **6.10.2 Porcentaje de pegue de las plántulas en el campo definitivo**

Se determinó el porcentaje de viabilidad de los diferentes tratamientos, 20 días después de su trasplante en el campo definitivo.

## **6.10.3 Costos e ingresos**

Durante la investigación se realizaron registros económicos que permitieron obtener los costos de cada tratamiento y deducir los ingresos de cada uno.

## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Los datos recopilados se analizaron de la siguiente forma:

- Análisis de Varianza (ANDEVA) para cada variable, según  $P \leq 0.05$ .
- Prueba de Tukey a  $\alpha = 0.05$ , la cual se utilizó en cada una de las variables, en las que existan diferencias significativas entre los tratamientos.

### **6.11.2 Análisis económico**

Cada uno de los tratamientos se sometió a un análisis económico para conocer su relación Beneficio/Costo, el cual demostró que la utilización de ácidos húmicos es beneficiosa para el agricultor adquiriendo una mejora en calidad y sanidad de las plántulas, que permiten no hacer gastos de resiembra y poseer una plantación más homogénea la cual facilita su manejo agronómico.

## **VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

## 7.1. LONGITUD DE TALLO

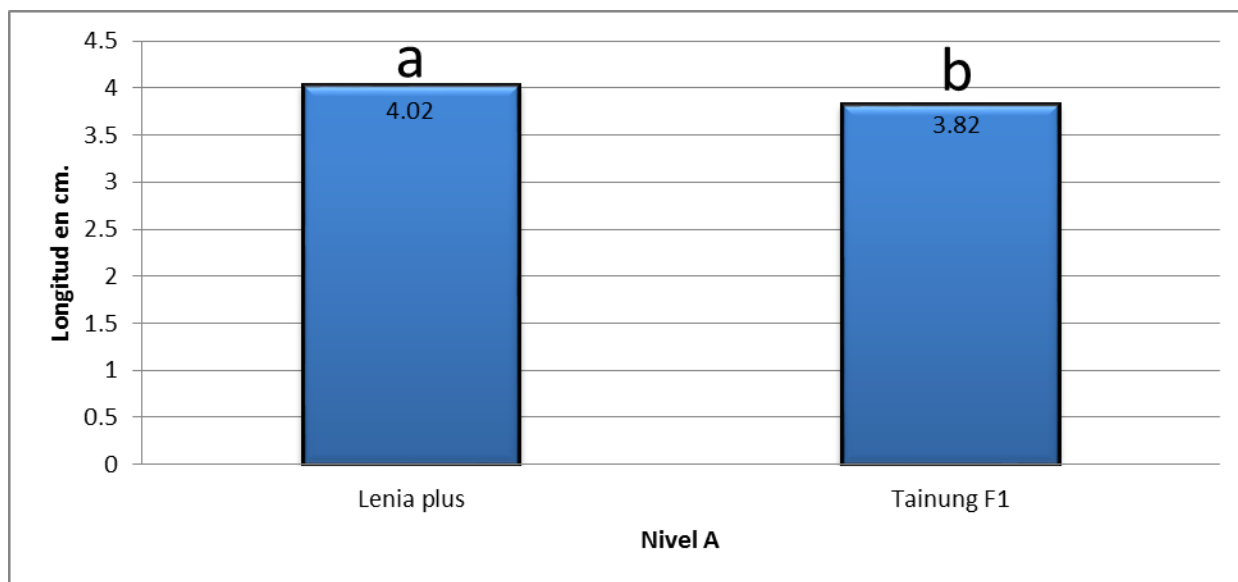
Al realizar el ANDEVA (Cuadro 3) para la variable longitud de tallo, se determinó que existen diferencias significativas en ambos niveles evaluados; y al establecer la comparación de medias (Figura 2) se determinó que el mejor material fue el Lenia plus con una longitud de tallo de 4.02 cm superior en un 4.98% al material Tainung F1 con una longitud de tallo de 3.82 cm; a la vez se determinó que la dosis de ácido orgánico que mostro los mejores resultados fue la de 400 cc/100 litros de agua con una longitud de 4.56 cm en comparación a la dosis sin aplicación que presento la menor longitud de 3.26 cm (Figura 3) pero estadísticamente las dosis de 400 cc/100 litros de agua y 300 cc/100 litros de agua son iguales.

**Cuadro 3.** Análisis de varianza Bifactorial de BCA ( $\alpha=0.05$ ) para la variable longitud de tallo en la evaluación de ácidos orgánicos para la producción de plántulas de papaya.

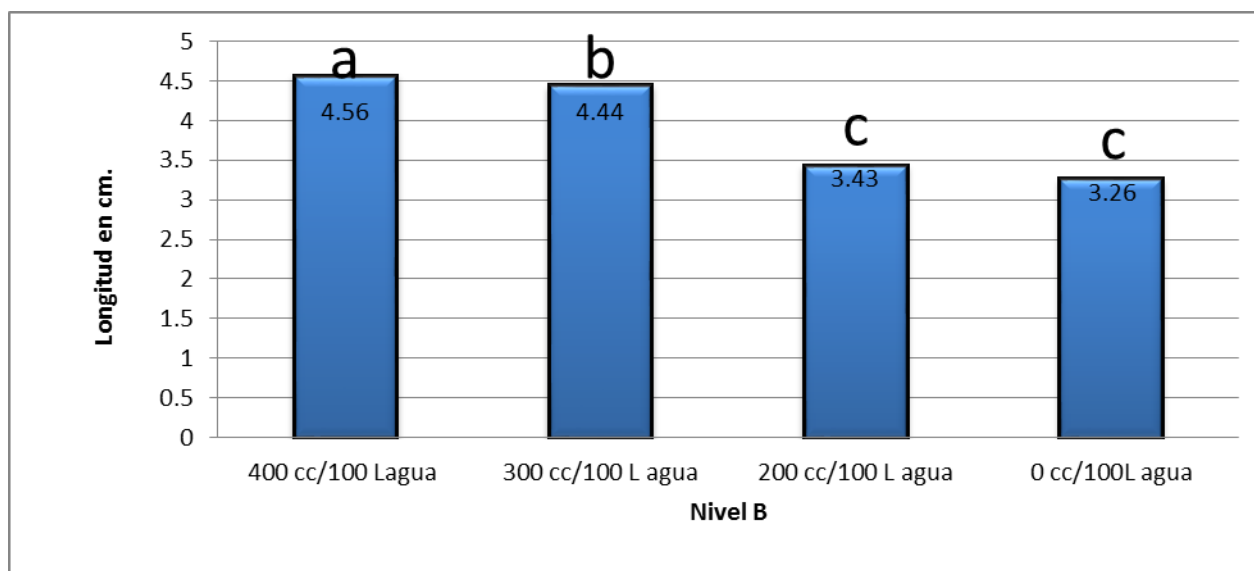
Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	FT 0.05	SIGNIFICANCIA
Repeticiones	3	0.100189	0.033396	1.6267	3.07	NS
Factor A	1	0.320068	0.320068	15.5906	4.32	**
Factor B	3	10.843323	3.614441	176.0599	3.07	**
Interacción	3	0.016327	0.005442	0.2651	3.07	NS
Error	21	0.431122	0.020530			
Total	31	11.711029				
C.V.= 3.65%						

NS= estadísticamente no significativo.

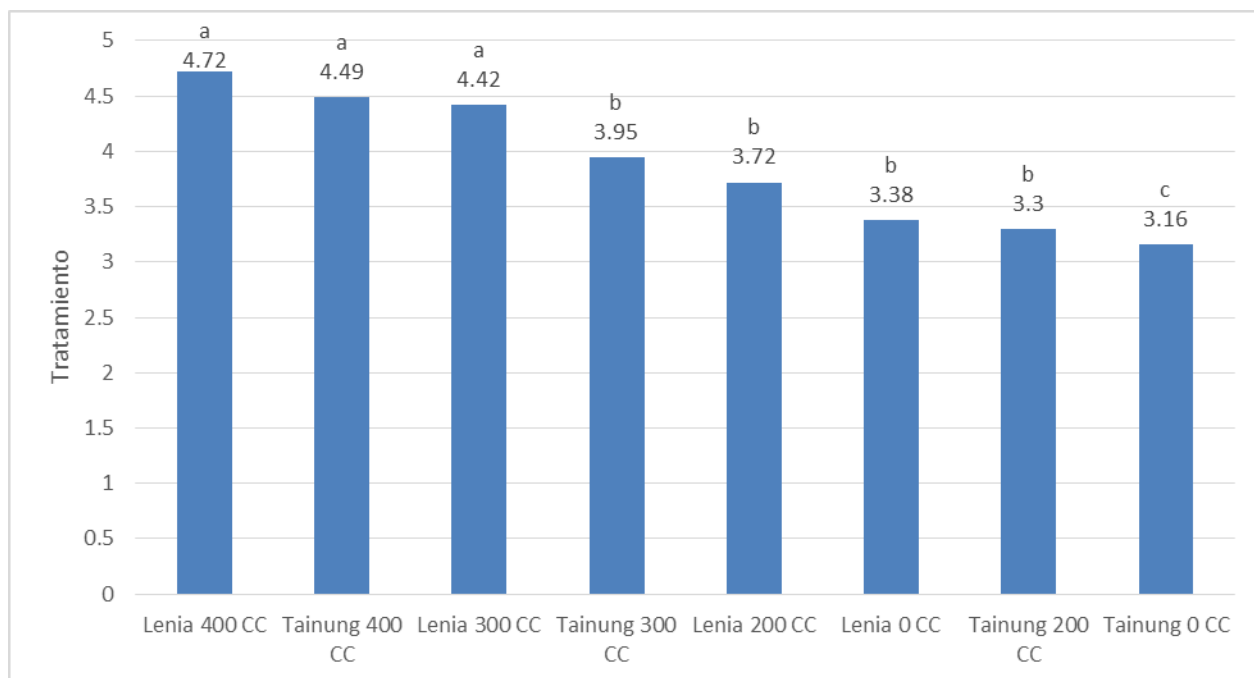
\*\* = estadísticamente significativo.



**Figura 2.** Prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) en la variable longitud de tallo de dos materiales de papaya (Nivel A) para la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero.



**Figura 3.** Prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable longitud de tallo en la evaluación de cuatro dosis de ácidos orgánicos (Nivel B) para la producción de plántulas de papaya bajo condiciones de invernadero.



**Figura 4.** Grafica comparativa entre factor A y B sobre la variable longitud de tallo.

## 7.2. Diámetro de tallo

Para la toma de datos de esta variable se utilizó un vernier de metal, las mediciones se realizaron a los 55 días después de la siembra y al realizar el ANDEVA (Cuadro 4) para la variable diámetro de tallo, se determinó que existen diferencia significativas, en ambos niveles evaluados y al establecer la comparación de medias (Figura 4) se comprobó que el mejor material fue el Lenia plus con un diámetro de tallo de 4.15 mm superior en un 5.78% al material Tainung F1 con un diámetro de tallo de 3.91 mm; al igual se determinó que la dosis de ácido orgánico que proporcione los mejores resultados fue la de 400 cc/100 litros de agua con un diámetro de 4.82 mm, en comparación a la dosis sin aplicación que presento el menor diámetro de tallo con 3.04 mm (Figura 5), pero estadísticamente las dosis 400 y 300 cc/100 litros de agua son similares.



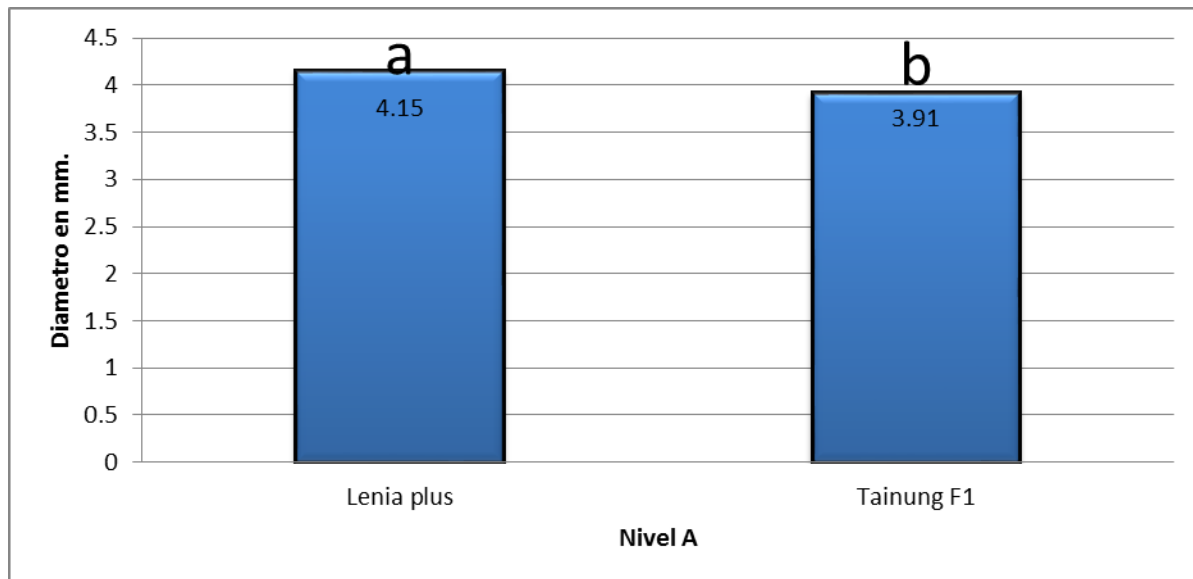
**Cuadro 4.** Análisis de varianza Bifactorial de BCA ( $\alpha=0.05$ ) para la variable diámetro de

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	FT 0.05	SIGNIFICANCIA
Repeticiones	3	0.479004	0.159668	2.2860	3.07	NS
Factor A	1	0.439514	0.439514	6.2927	4.32	**
Factor B	3	16.845337	5.615112	80.3944	3.07	**
Interacción	3	0.026184	0.008728	0.1250	3.07	NS
Error	21	1.466736	0.069845			
Total	31	19.256775				
C.V.= 6.56%						

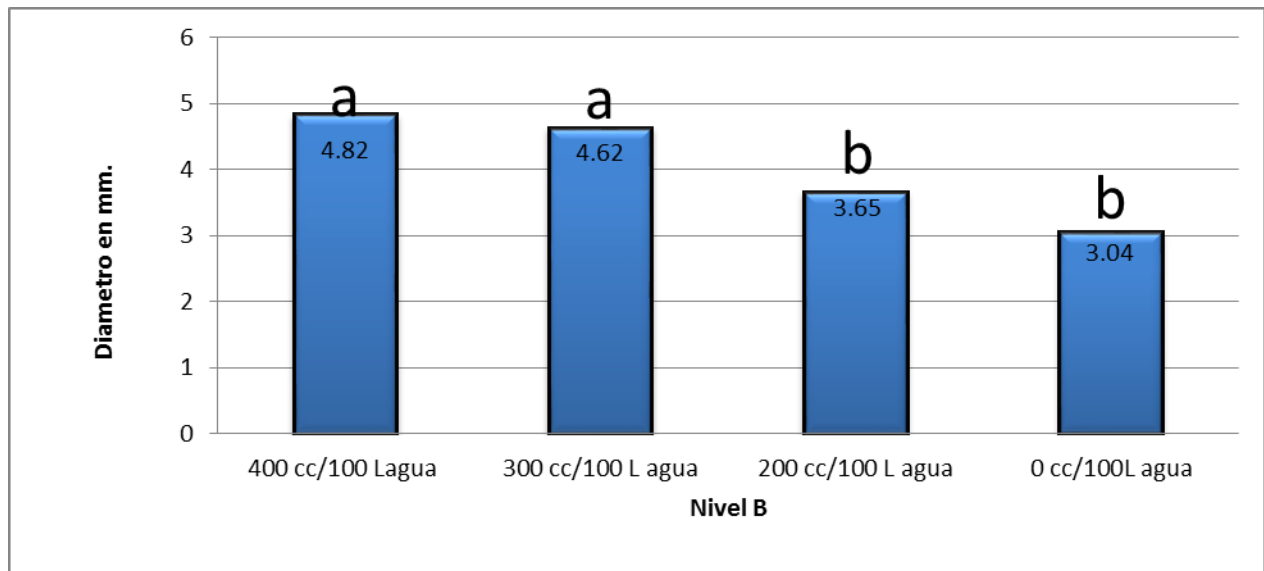
tallo en la evaluación de ácidos orgánicos para la producción de plántulas de papaya.

NS= estadísticamente no significativo.

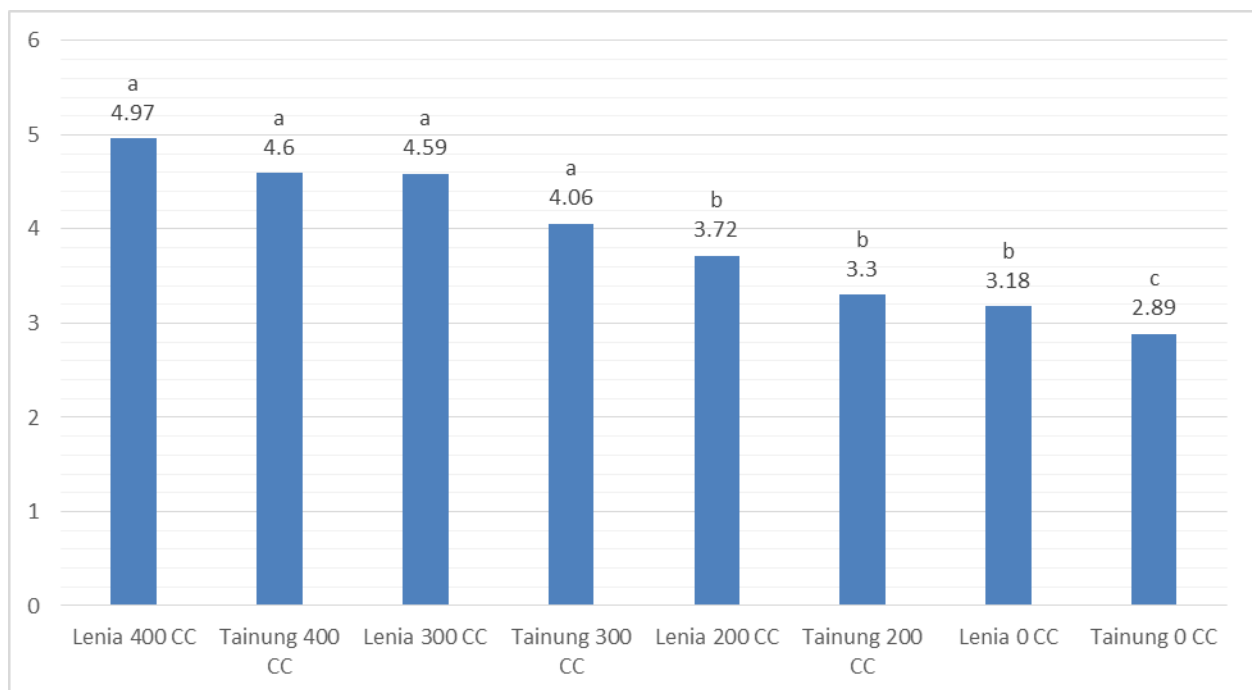
\*\* = estadísticamente significativo.



**Figura 5.** Prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) en la variable diámetro de tallo de dos materiales de papaya (Nivel A) para la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero.



**Figura 6.** Prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable diámetro de tallo en la evaluación de cuatro dosis de ácidos orgánicos (Nivel B) para la producción de plántulas de papaya bajo condiciones de invernadero.



**Figura 7.** Grafica comparativa entre factor A y factor B sobre variable diámetro de tallo.

### 7.3. PESO RADICULAR

En la recopilación de datos de esta variable se utilizó una pesa digital, proporcionando un peso en gramos; con estos datos se realizó un promedio y un análisis de varianza, las mediciones se realizó a los 55 días después de la siembra y al realizar el ANDEVA (Cuadro 5) para la variable peso radicular, se determinó que existen diferencias significativas, en ambos niveles evaluados y al establecer la comparación de medias (Figura 6) se comprobó que el mejor material fue el Lenia plus con un peso radicular de 1.07 gramos superior en un 11.21% al material Tainung F1 con un peso de 0.95 gramos; al igual se determinó que la dosis de ácido orgánico que proporciono los mejores resultados fue la de 400 cc/100 litros de agua con un peso 1.28 gramos, en comparación a la dosis sin aplicación que presento el menor peso con 0.73 gramos (Figura 7).

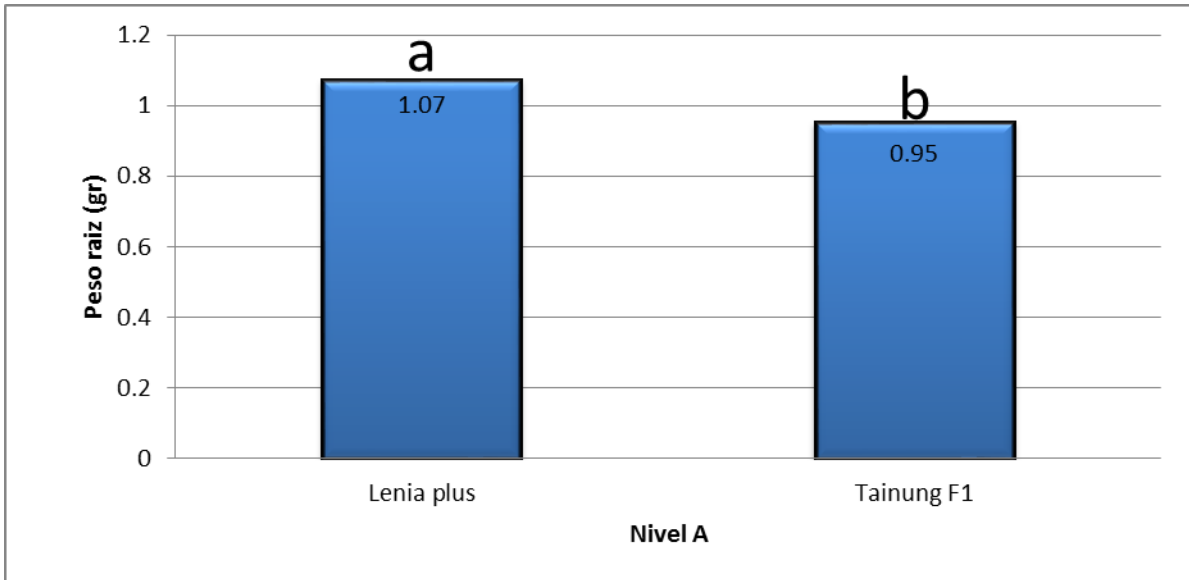
**Cuadro 5.** Análisis de varianza Bifactorial de BCA ( $\alpha=0.05$ ) para la variable peso radicular en la evaluación de ácidos orgánicos para la producción de plántulas de papaya.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	FT 0.05	SIGNIFICANCIA
Repeticiones	3	0.204990	0.068330	9.2568	3.07	**
Factor A	1	0.124989	0.124989	16.9324	4.32	**
Factor B	3	1.374989	0.458330	62.0906	3.07	**
Interacción	3	0.055012	0.018337	2.4842	3.07	NS
Error	21	0.155014	0.007382			
Total	31	1.914993				
C.V.= 8.49%						

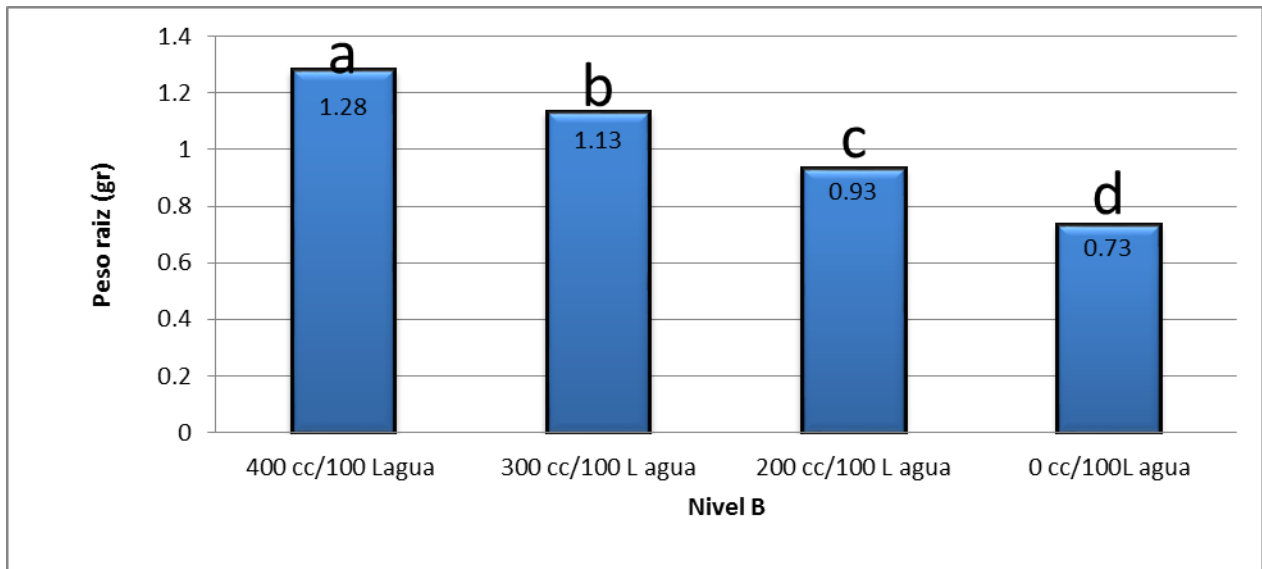
dos orgánicos para la producción de plántulas de papaya.

NS= estadísticamente no significativo.

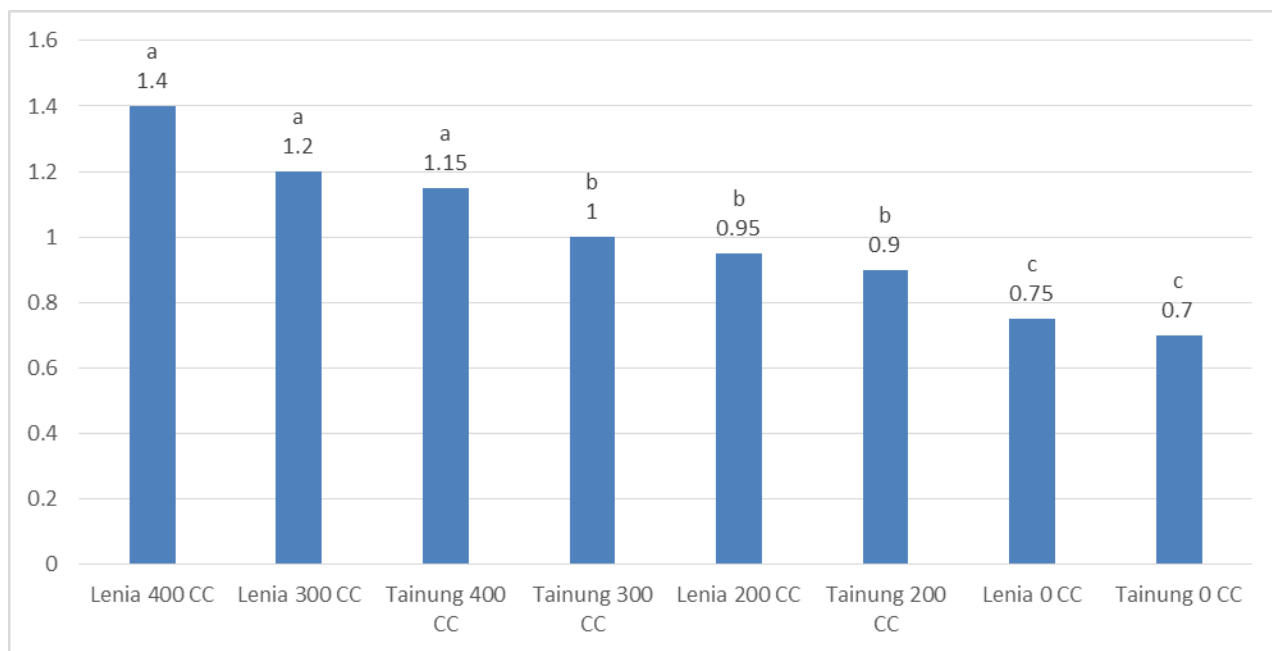
\*\* = estadísticamente significativo.



**Figura 8.** Prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) en la variable peso radicular de dos materiales de papaya (Nivel A) para la producción de plántulas bajo condiciones de invernadero.



**Figura 9.** Prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable peso radicular en la evaluación de cuatro dosis de ácidos orgánicos (Nivel B) para la producción de plántulas de papaya bajo condiciones de invernadero.



**Figura 10.** Grafica comparativa entre el factor A y factor B sobre la variable peso radicular.

#### 7.4. PORCENTAJE DE PEGUE

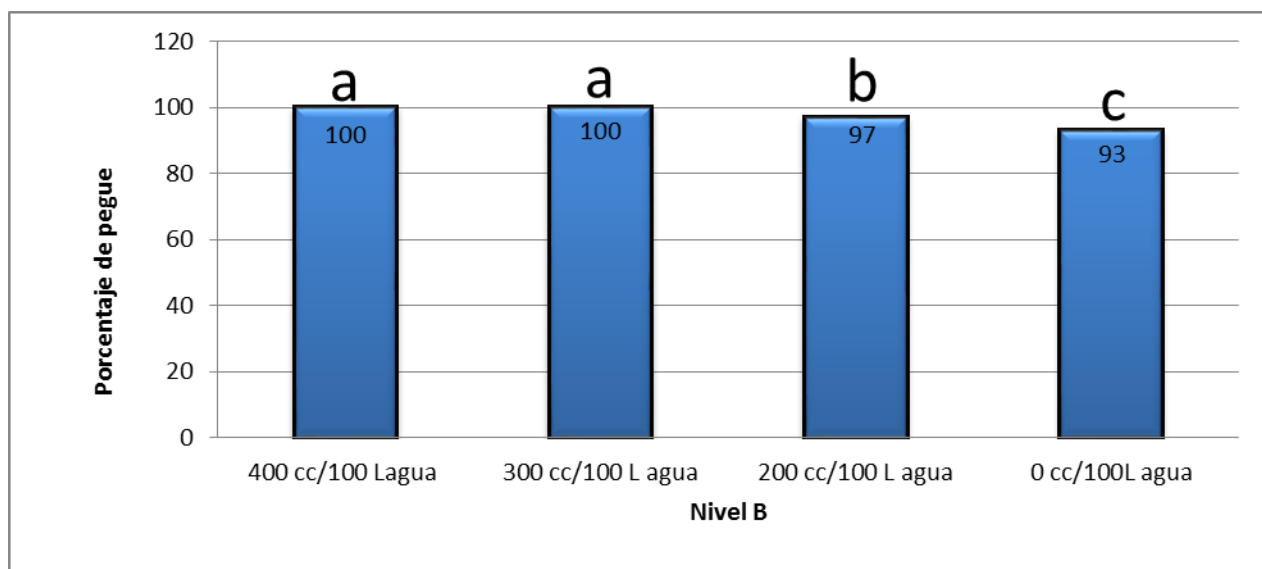
El análisis de varianza (cuadro 6) para el porcentaje de pegue de las plántulas de papaya en el campo de cultivo indicó que existen diferencias significativas en el nivel B (Dosis de ácidos orgánicos); se realizó prueba de medias (figura 8) en el cual se determinó que los tratamientos 300 y 400 cc/100 litros de agua, proporcionaron el mejor resultado con un 100% de plantas pegadas, contrario al tratamiento sin aplicación el cual proporciono un porcentaje de pega del 93.33%, se pudo observar que la aplicación de ácidos orgánicos incremento la vigorosidad de los pilones de papaya con relación al tratamiento testigo, mejorando también el porcentaje de pegue en el campo definitivo,

**Cuadro 6.** Análisis de varianza Bifactorial de BCA ( $\alpha=0.05$ ) para la variable porcentaje de pegue en la evaluación de ácidos orgánicos para la producción de plántulas de papaya.

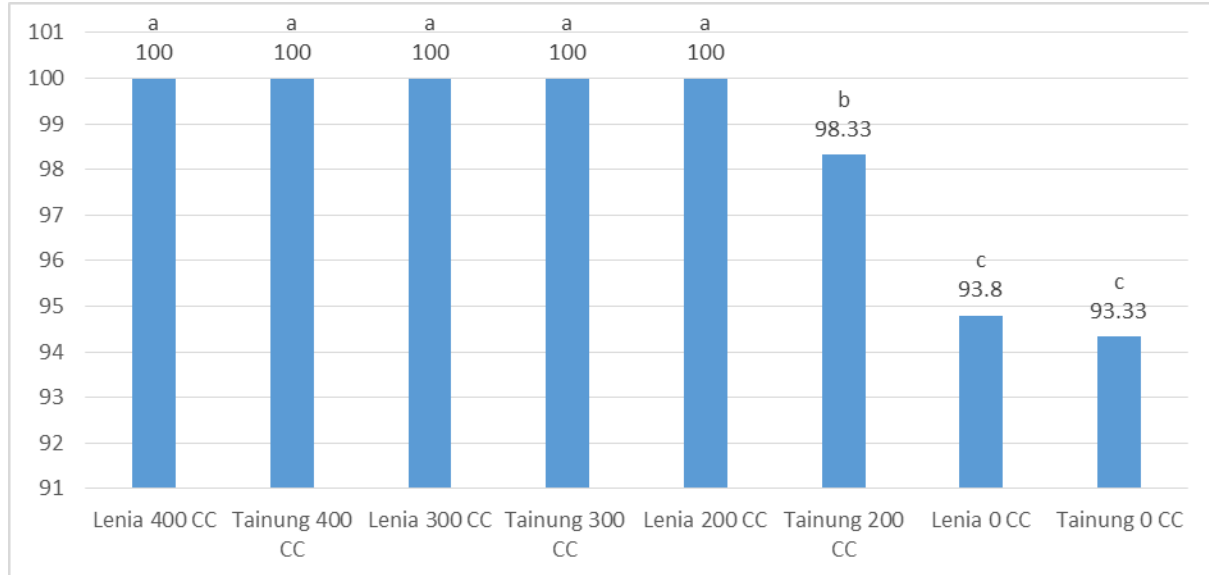
Fuente de Variación	GL	SC	CM	Fc	FT 0.05	SIGNIFICANCIA
Repeticiones	3	48.593750	16.197916	1.3523	3.07	NS
Factor A	1	34.687500	34.687500	2.8960	4.32	NS
Factor B	3	248.718750	82.906250	6.9217	3.07	**
Interacción	3	59.781250	19.927084	1.6637	3.07	NS
Error	21	251.531250	11.977678			
Total	31	643.312500				
C.V.=3.53%						

NS= estadísticamente no significativo.

\*\* = estadísticamente significativo.



**Figura 11.** Prueba de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ) para la variable porcentaje de pegue en la evaluación de cuatro dosis de ácidos orgánicos (Nivel B) para la producción de plántulas de papaya bajo condiciones de invernadero.



**Figura 12.** Grafica comparativa entre el factor A y factor B sobre la variable porcentaje de pegue.

## 7.5. ANÁLISIS ECONÓMICO

En la evaluación de ácidos orgánicos para la producción de plántulas de papaya en una hectárea con un distanciamiento de 1.50 m x 3.00 m (2,222 plántulas), se tomó en cuenta que el precio costo de plántulas de papaya, variedad Tainung es de Q 2.00 y variedad Lenia es de Q 2.10; y el precio de venta de Tainung es de Q 2.50 y Lenia es de Q 2.60; la variación del precio en cada tratamiento debido a los ácidos orgánicos, el costo de un litro de Húmitron es de Q 100.00; para 2,222 plántulas de papaya con una aplicación de 2 centímetros cúbicos se gasta un total de Q 11.11 en cuatro aplicaciones equivalente a 27.8 centímetros de ácidos orgánicos por cada aplicación, para 3 centímetros cúbicos se gasta Q 16.64 en cuatro aplicaciones correspondiente a 41.66 centímetros de ácidos orgánicos por cada aplicación y para 4 centímetros cúbicos de ácidos orgánicos se gasta Q 22.22, cubriendo cuatro aplicaciones, proporcionando 55.55 centímetros de ácidos orgánicos por aplicación; teniendo en cuenta el porcentaje de pegue en los tratamientos testigos el cual es del 93% se registró una pérdida de 156

plántulas por hectárea asumiendo un costo de plántulas en Q 390.00 en la variedad Tainung y Q 405.00 en la variedad Lenia.

**Cuadro 7.** Análisis económico (Relación beneficio/costo)

	Tratamientos	Costo (Q/HA)	Ingreso (Q/HA)	Utilidad (Q/HA)	Rentabilidad (%)	RELACIÓN B/c (Q)
<b>Tainung F1</b>	200 cc/L agua	4,455.11	5,555.00	1,099.89	19.80	1.246
	300 cc/L agua	4,460.64	5,555.00	1,094.36	19.70	1.245
	400 cc/L agua	4,466.20	5,555.00	1,088.80	19.60	1.244
	0 cc/L agua	4,444.00	5,555.00	1,111.00	20.00	1.250
<b>Lenia plus</b>	200 cc/L agua	4,677.31	5,777.20	1,099.89	19.03	1.235
	300 cc/L agua	4,682.84	5,777.20	1,094.38	18.94	1.233
	400 cc/L agua	4,688.40	5,777.20	1,088.80	18.84	1.232
	0 cc/L agua	4,666.20	5,777.20	1,111.00	19.23	1.238

cc = centímetros cúbicos.

L = litros.



## VII. CONCLUSIONES

Se acepta la hipótesis, se registró que dos dosis de ácidos orgánicos 300 y 400 centímetros cúbicos/100 litros de agua, provocaron diferencia significativa en el porcentaje de pegue, de un 100% de viabilidad en el campo definitivo, en relación a 93% en la dosis 0 centímetros cúbicos/100 litros de agua.

Respecto a las variables vigorosidad se registró que las dosis de 400 y 300 cc/100 litros de agua fueron las que registraron más diámetro y largo de tallo, más peso radicular con lo cual se concluye si existe diferencia estadística con las dosis 200 y 0 cc/100 litros de agua.

En la relación beneficio/costo se pudo constatar que, el tratamiento 2 (Tainung 300 cc/100 litros de agua) registró una mejor proporción, ya que obtuvo una rentabilidad del 19.70% con un porcentaje de pegue del 100%.

En el porcentaje de pegue, encontramos que en los tratamiento testigo, tiene pérdida de plantas en el campo definitivo, tomando en cuenta los porcentajes del tratamiento testigo es 93%, es una pérdida de Q 390.00 para Tainung y Q 405.00 para Lenia plus por hectárea, comparado con el beneficio de aplicar ácidos húmicos, la cual tiene una inversión de Q 16.64 por hectárea, garantiza que se mejora la sanidad y calidad de las plántulas con un porcentaje de pegue de 100%, mostrando una diferencia de Q 373.36 para Tainung y Q 388.36 para Lenia plus por hectárea, facilitando así las labores agronómicas, puesto que tendremos una plantación más homogénea.

## **IX. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la dosis de 300 centímetros cúbicos/100 litros de agua de ácidos orgánicos tanto para Lenia como para Tainung, la cual registro la mejor calidad y sanidad de las plántulas de papaya, que proporciona un 100% de pegue, en comparación con el tratamiento testigo que tiene un promedio de 93% de viabilidad en el campo definitivo.

Llevar a cabo una validación con otros cultivos de importancia económica para el país, la aplicación de ácidos orgánicos.

Se recomienda la investigación sobre el uso de otras fuentes de ácidos orgánicos, como pueden ser estiércol, compost, humus de lombriz, pulpa de café, gallinaza para ver si existe diferencia significativa entre ellos.

Se recomienda la divulgación de la información a los productores de papaya, interesados en una alternativa orgánica para la producción de plántulas de papaya.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arista-gbm (2013).Húmitron 12L México. México. Consultado el 18 de febrero de 2014.

Disponible en <http://www.arysta-gbm.com/#>

Comportandociencia (2008). Antecedentes históricos y origen de las sustancias

húmicas. Murcia España. Consultado el 18 de febrero de 2014. Disponible en

<http://www.compostandociencia.com/2008/09/antecedentes-histicos-y-origen-de-las.html>

Diccionario de la real academia española (DRAE) (2001). Consultado el 18 de febrero

de 2014. Disponible en <http://www.rae.es/>

De león E. (2009). Buena práctica Agricultura Protegida, Proyecto Centro de Desarrollo

Rural. Universidad del Valle de Guatemala y Fundación Soros Guatemala

p28.

Google maps (2014). Consultado el 18 de febrero de 2014. Disponible

en[https://maps.google.com/maps?saddr=14.992433,-](https://maps.google.com/maps?saddr=14.992433,-89.575789&hl=en&ll=14.992473,-89.575785&spn=0.001451,0.002309&sll=14.992419,-89.575661&sspn=0.001451,0.002309&t=h&mra=mift&mrsp=0&sz=19&z=19)

[89.575789&hl=en&ll=14.992473,-](https://maps.google.com/maps?saddr=14.992433,-89.575789&hl=en&ll=14.992473,-89.575785&spn=0.001451,0.002309&sll=14.992419,-89.575661&sspn=0.001451,0.002309&t=h&mra=mift&mrsp=0&sz=19&z=19)

[89.575785&spn=0.001451,0.002309&sll=14.992419,-](https://maps.google.com/maps?saddr=14.992433,-89.575789&hl=en&ll=14.992473,-89.575785&spn=0.001451,0.002309&sll=14.992419,-89.575661&sspn=0.001451,0.002309&t=h&mra=mift&mrsp=0&sz=19&z=19)

[89.575661&sspn=0.001451,0.002309&t=h&mra=mift&mrsp=0&sz=19&z=19](https://maps.google.com/maps?saddr=14.992433,-89.575789&hl=en&ll=14.992473,-89.575785&spn=0.001451,0.002309&sll=14.992419,-89.575661&sspn=0.001451,0.002309&t=h&mra=mift&mrsp=0&sz=19&z=19)

Hartman H. T y Kester D. E. (1988). Propagación de plantas (2ª ed.). México, (México):

Compañía Editorial Continental. 760 p.

Ibalpe Editorial (2002). Manual Agropecuario. Bogotá, (Colombia): Autor 1093p.

Jiménez, J. A. D. (2002). El Cultivo de la Papaya Hawaiiana. Editorial EARTH. Costa Rica. 108p.

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación (1999). Manual del Cultivo de Papaya (Carica Papaya). Guatemala 43 p.

Mylagro (2014). Semillas hibrida Tainung f1. Bogotá Colombia. Consultado el 18 de febrero de 2014. Disponible en <http://www.mylagro.com/products/Papaya-Hibrida-Tainung-%23-1-F1.html>.

Nakasone, HY. 1986. Papaya. Basic flower types in Carica papaya L. Florida, US, CRC press. 227-301.

Payeras U. (2011) ácidos húmicos y fúlvicos en bonsái Menorca. Islas Baleares, España. Consultado el 18 de febrero de 2014. Disponible en <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidoss-humicos-y-acidos-fulvicos/>

Papayasanaya (2014) semilla Lenia. Michoacán México. Consultado el 18 de febrero de 2014. Disponible en <http://papayasanaya.com/semilla-lenia/>

Schnitzer, M. (1978). Humic Substances: Chemistry and Reactions. In: Soil Organic Matter (Eds M.Schnitzer and S.U. Khan) pp. 1-64. Elsevier, Amsterdam.

Tonelli, Seeber, Ciavatta and Carlos. (1997). Extraction of humic acids from a natural matrix by alkaline pyrophosphate. Bologna Italia p2.

# XI ANEXOS

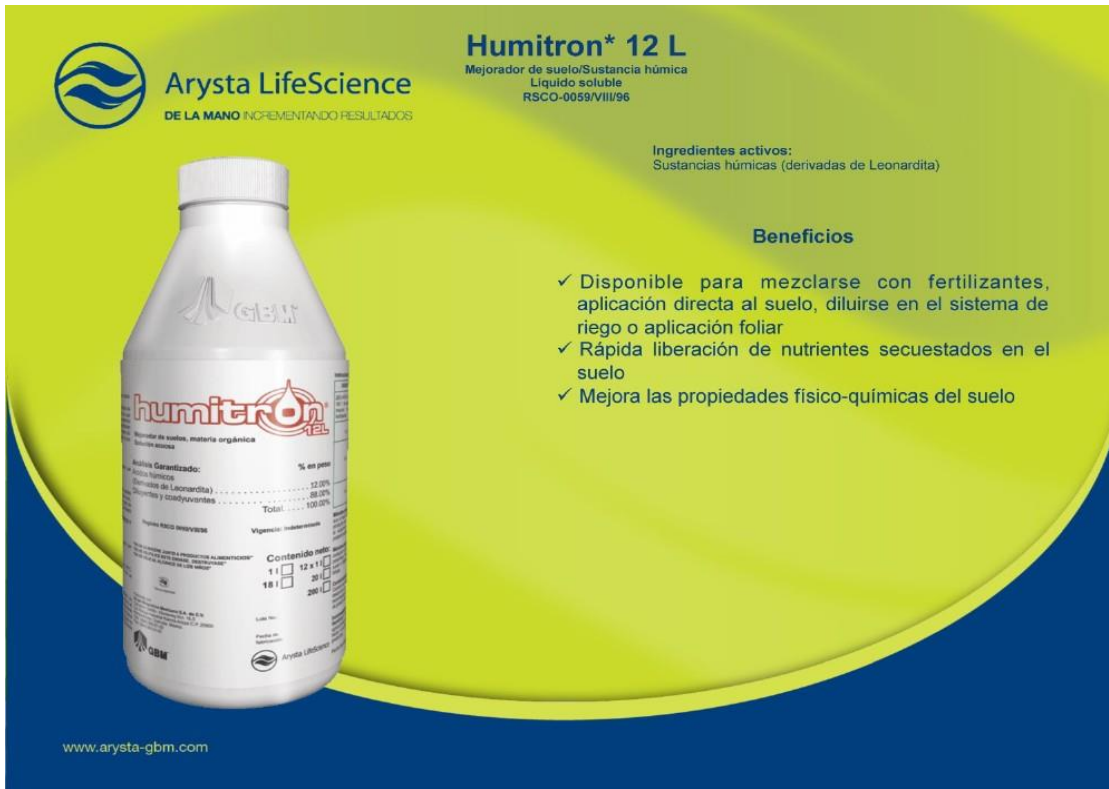


Figura 13. Producto comercial Húmitron 12L (Arista-gbm, 2013).



Figura 14. Ubicación geográfica de pilones y servicios agrícolas de Zacapa (Google maps, 2014).



Figura 15. Variedad de papaya Tainung f1 (Mylagro, 2014).



Figura 16. Variedad de papaya Lenia plus (Papayasanaya, 2014).





# FICHA TÉCNICA



INVESTIGACIÓN & DE SARROLLO

MÉXICO  
Diciembre, 2008

ESPECIFICACIONES DE AGROINSUMOS		
<b>TIPO DE AGROINSUMO:</b> Enmienda, sustancias húmicas		
<b>SINONIMO:</b> Mejorador de suelo	<b>NOMBRE COMERCIAL REGISTRADO:</b> Humitron 12 L	
<b>FORMULACION:</b> Solucion acuosa	<b>COLOR:</b> Negro	<b>SOLUBILIDAD EN AGUA:</b> Parcialmente soluble
<b>COMPOSICION PORCENTUAL:</b>  Sustancias húmicas derivadas de Leonardita..... 12 Inertes 88	<b>PRINCIPALES COMPUESTOS DE LA FORMULACIÓN:</b> Sustancias húmicas.	
	<b>FAMILIA QUIMICA:</b> No aplica: Ácidos húmicos	
<b>FORMULA QUIMICA:</b> Compleja.		
<p><b>MODO DE ACCIÓN:</b> Las sustancias húmicas y sus derivados son moléculas que presentan grupos carboxilo, hidroxilo, fenólicos, aminas, tiometoxilos y otros que les permiten retener, acomplejar y aumentar la eficiencia de absorción de nutrimentos en las plantas. Las sustancias húmicas son muy estables en su estado original, pero una vez que se activan mediante procesos químicos, son altamente reactivas y actúan como acomplejantes (secuestrantes) de cationes como hierro, zinc, manganeso y otros que la planta requiere en pequeñas cantidades. También reaccionan con compuestos insolubles que contienen fósforo, potasio y calcio, convirtiéndolos en formas aprovechables para las plantas. En suelos agrícolas, con bajo contenido de materia orgánica, tratados con sustancias húmicas, se mejoran sus características físicas, químicas y biológicas. Los aspectos mejorados incluyen la forma y/o estabilización de la estructura, aumento en la capacidad de intercambio catiónico. Otra propiedad de Humitron* 12L, es favorecer el desarrollo y acción de microorganismos benéficos en el suelo, asimismo, mejora la permeabilidad y retención de humedad de éste.</p>		
<b>CA TEGORIA TOXICOLOGICA:</b> Ligeramente tóxico	<b>RESIDUALIDAD:</b> No es Residual.	<b>REGISTRO OFICIAL:</b> RSCO-0059/XIII/96 - Vigencia Indeterminada
<p><b>USOS AUTORIZADOS:</b> Humitron* 12L se aplica directamente al suelo o al follaje solo o en mezcla con fertilizantes y plaguicidas durante todas las etapas de los cultivos. El uso de Humitron* 12L va enfocado a favorecer la absorción de nutrimentos presentes en forma natural en el suelo y de aquellos aplicados al follaje o al suelo, los ácidos húmicos contenidos en Humitron* 12L incrementan la permeabilidad de las membranas celulares en el tejido vegetal, acomplejan elementos primarios y secundarios formando moléculas altamente disponibles para la planta (humatos de calcio, magnesio, hierro, etc.). Humitron* 12L es compatible con la mayoría de fertilizantes y plaguicidas líquidos o solubles que se aplican al suelo o al follaje. Si se mezcla con amoniaco líquido existe la posibilidad del desarrollo de presión en el equipo de aplicación, por lo cual se recomienda el uso de equipo abierto o con válvula de presión. No se recomienda su mezcla con fertilizantes ácidos para su aplicación en sistemas de riego por goteo.</p>		
<b>RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS:</b> Leer detenidamente la etiqueta del producto y seguir las indicaciones de uso.	<b>PRESENTACIONES COMERCIALES:</b> Frasco de 1 L. Frasco de 4 L. Bidón de 20 L.	<b>RESPONSABLE DEL PRODUCTO:</b> Grupo Bioquímico Mexicano S.A. de C.V. Blvd. Jesús Valdés Sánchez 2369 Col. Europa, C.P. 25290. Saltillo, Coahuila, México. Tel. 01 844 438 05 00.

Figura 5 Ficha técnica (Arista-gbm 2013)

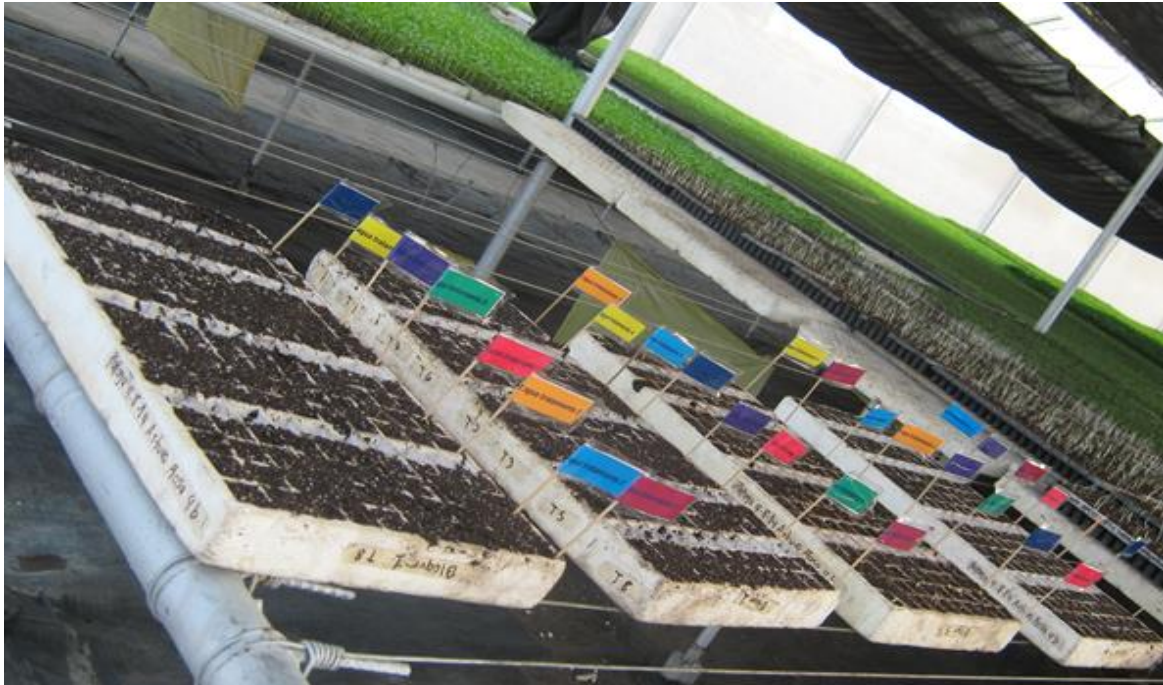


Figura 18. Ubicación tratamientos dentro de la pilonera



Figura 19. Ubicación tratamientos dentro de la pilonera





Figura 20. Midiendo altura de tallo a los 55 días después de la siembra.



Figura 21. Midiendo grosor de tallo a los 55 días después de la siembra.





Figura 22. Pesando raíces.



Figura 23. Plántula de papaya 20 días después de siembra.