

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMA



**“MANEJO DE DOS DENSIDADES DE SIEMBRA Y PODAS EN
LA PRODUCCION DE *Solanum mammosum* L. (TETA DE
VACA) Y DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES
INSECTICIDAS EN LOS FRUTOS”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR: Bach. LOUIS HERNAN OTOYA HAAKMAN

ASESOR: DR. JUAN CARLOS CABRERA LA ROSA

TRUJILLO – PERÚ

2014

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:

Dr. Milton Huanes Mariños
PRESIDENTE

Dr. Alvaro Pereda Paredes
SECRETARIO

Msc. José Luis Holguín del Río
VOCAL

Dr. Juan Cabrera La Rosa
ASESOR

Trujillo, Mayo 2014

DEDICATORIA

Dedico con mucho afecto esta tesis:

- A DIOS; Por darme la fortaleza cada día de seguir adelante sin importar la dificultad y por guiar mi camino por el bien y la sabiduría.
- A mis padres; Hernán y Barbara, por apoyarme en mis estudios y culminación de mi carrera profesional.
- A mi novia linda Francesca, por haberme apoyado en todo momento a la culminación de mi tesis para poder así optar a mi título profesional.

AGRADECIMIENTOS

- Un agradecimiento especial, al Dr. Juan Cabrera La Rosa, por aceptar ser asesor de mi tesis y por haberme apoyado en todo momento.
- De igual forma al Dr. Martin Junchaya por proporcionar las instalaciones de laboratorio.
- También un agradecimiento especial a todos los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Agrónoma, que supieron formarme, para poder desempeñarme como un buen profesional... Gracias por sus enseñanzas.
- Al Dr. Freddy Pérez por proporcionar sus instalaciones del laboratorio y equipo.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en los campos de la Universidad Privada Antenor Orrego ubicados en el Distrito de Laredo de Trujillo, desde el mes de Febrero a Agosto del 2013. Se evaluaron dos densidades de siembra (D1: 0.80 x 080 y D2: 0.80 x 1.20 m) y dos tipos de manejo: con podas y sin podas de *Solanum mammosum* y se estudió el efecto insecticida de los extractos del fruto. Las unidades experimentales fueron distribuidas en forma aleatoria en las parcelas en el campo.

Para analizar el efecto principal del distanciamiento de siembra y las podas, se realizó un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo con los datos originales de los promedios de altura de planta, grosor de tallo, área foliar y rendimiento de fruto. Se concluyó que el factor densidad produjo diferencias significativas en altura de planta, área foliar y rendimiento ($P < 0.001$). En los tratamientos sin podas con menor y mayor densidad (D1: 0.80 x 0.80 m) y (D2: 0.80 x 1.20 m) se obtuvieron los mejores rendimientos 38 t/ha y 28 t/ha de frutos frescos, respectivamente en comparación a los tratamientos con podas de las mismas densidades.

Para evaluar el efecto insecticida, se realizaron extractos del fruto de *S. mammosum* para comprobar su eficacia sobre larvas de *Prodidiplosis longifila* en tomate y larvas de *Spodoptera frugiperda* en hojas de higuera con el extracto puro y diluciones con agua al $\frac{3}{4}$ y $\frac{1}{2}$ bajo condiciones de laboratorio. Para el primer ensayo, los resultados nos muestran una buena efectividad de los extractos aplicados a 50 larvas *P. longifila* en tomate, obteniéndose 68% de

mortalidad y 32% de repelencia utilizando frutos verdes, 72% mortalidad y 26% de repelencia en frutos maduros. Para el segundo ensayo se obtuvo 20% de mortalidad de larvas de *S. frugiperda* a las 72 horas después de aplicadas con el extracto puro, el 15% de mortalidad con diluciones a $\frac{3}{4}$ con agua y 5% de mortalidad con diluciones $\frac{1}{2}$ con agua utilizando frutos maduros de *S. mammosum*. Los resultados nos muestran una baja efectividad de los extractos con diluciones en agua sobre larvas de *S. frugiperda*. Los extractos vegetales afectaron a *P. longifila*, superaron el 50% de mortalidad, mientras que en larvas de *Spodoptera frugiperda* no hubieron buenos resultados.

Adicionalmente, se realizó un análisis fitoquímico preliminar del fruto para determinar los tipos de sustancias existentes, obteniéndose alcaloides, esteroides, cardiotónicos, saponinas y taninos.

Se concluye que *Solanum mammosum* es de fácil manejo en campo y los extractos acuosos de frutos presentan un gran potencial en el control de plagas.

ABSTRACT

This research was performed at Universidad Privada Antenor Orrego fields, located in Laredo District, Trujillo, since February until August, 2013. It was assessed two densities (D1: 0.80 x 0.80 m y D2: 0.80 x 1.20 m) and two types of management: with and without cuttings of *Solanum mammosum*, and also it was studied the insecticide effect of fruit extracts. The experimental units were distributed randomly in the field plots.

To assess the main effect of sewing density and cuttings, it was performed the analysis of variance of two factors with one simple per group using the original data of average of plant height, stem width, foliage area, and fruit yield. It was concluded that density factor yielded significant differences on plant height, stem width, foliage area, and fruit yield ($P < 0.001$). Among the treatments without cuttings at low and high densities (D1: 0.80 x 0.80 m) y (D2: 0.80 x 1.20 m) yielded the best results 38 t/ha and 28 t/ha of fresh fruits, respectively compared to treatments with cuttings at the same densities.

To evaluate the insecticide effect, it was performed the *S. mammosum* fruit extracts to prove its efficacy against *Prodidiplosis longifila* larvae on tomatoes and *Spodoptera frugiperda* larvae on Castor oil leaves using pure extract and dilutions with water at $\frac{3}{4}$ and $\frac{1}{2}$ under lab conditions. For the first assay, the results show a high efficacy of extracts against 50 *P. longifila* larvae on tomatoe, reaching 68% mortality and 32% repellence using green fruits, and 74% mortality and 26% de repellence using ripened fruits. For the second assay, it was obtained 20% mortality *S. frugiperda* larvae at 72 hours after the spraying with pure extract, 15% mortality with dilutions at $\frac{3}{4}$ with wáter and 5% mortality with $\frac{1}{2}$ dilution with water using ripened fruits of *S. mammosum* . The results show low efficacy of extracts with dilution with water against *S. frugiperda*

larvae. The vegetal extracts affected *P. longifila*, over 50% mortality, whence against *Spodoptera frugiperda* larvae there were no acceptable result .

In addition, it was performed the preliminary phytochemical analysis of the fruits to determine the types of existent substances, getting alcaloids, steroids, cardiotonics, saponins and tannins.

It was concluded that *Solanum mammosum* is relatively easy to manage under field conditions, and its fruit extracts show a high potential for pest control.

INDICE

	Página
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Resumen	v
Abstracto	vii
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE BIBLIOGRFIA	3
2.1 <i>Solanum mammosum L</i>	3
2.1.1 Clasificación taxonómica.....	3
2.1.2 Nombres comunes	3
2.1.3 Descripción botánica.....	4
2.1.4 Datos ambientales	4
2.1.5 Distribución geográfica.....	5
2.1.6 Usos.....	5
2.1.7 Cultivo	6
2.1.8 Compuestos químicos detectados	6
2.2 Insecticidas sintéticos y la protección ambiental	7
2.2.1 Clasificación de los insecticidas	8
2.2.2 Ventajas y desventajas de los insecticidas naturales.....	9
2.2.3 Persistencia de los insecticidas naturales.....	10
2.2.4 Insecticidas de origen botánico.....	11
2.2.5 Metabolitos secundarios de plantas con actividad insecticida	13
2.2.6 Insecticidas naturales a partir de extractos vegetales.....	14
2.2.7 Modo de acción de los insecticidas de origen botánico	15
2.2.8 Modo de acción de los metabolitos secundarios sobre los insectos	16

2.2.9	Características macroscópicas de frutas y anatómicos de las 37 especies de <i>Solanum subgen. Leptostemonum</i>	17
2.2.10	Mecanismo de defensa de las plantas	20
2.2.11	Preparación de plaguicidas naturales a base de plantas	21
III.	MATERIALES Y METODOS	22
3.1	Lugar del experimento	22
3.2	Materiales	22
3.3	Factores estudiados.....	23
3.4	Diseño estadístico.....	23
3.5	Análisis de datos.....	24
3.6	Distribución experimental.....	24
3.7	Tratamientos estudiados.....	25
3.8	Características del campo experimental	25
3.9	Fases de investigación	26
3.9.1	Fase de campo	26
3.9.2	Fase de laboratorio	28
3.9.3	Análisis fitoquímico preliminar	30
3.10	Establecimiento y conducción del experimento.....	33
3.10.1	Preparación del vivero.....	33
3.10.2	Preparación del terreno.....	33
3.10.3	Siembra.....	33
3.10.4	Abonamiento	34
3.10.5	Riegos.....	34
3.10.6	Podas.....	34
3.10.6	Control de plagas y enfermedades	35
3.10.7	Control de malezas	35
3.10.8	Cosecha.....	35
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1	Altura de plantas a la décima semana después de la siembra	36

4.2	Diámetro de plantas a la décima semana después de la siembra	38
4.3	Diámetro del área foliar a la décima semana después de la siembra	40
4.4	Rendimiento de plantas a la cosecha	42
4.5	Ensayo de efectividad sobre <i>Prodiplosis longifila</i>	43
4.6	Ensayos de efectividad sobre <i>Spodoptera frugiperda</i>	44
4.7	Análisis de laboratorio.....	45
V.	CONCLUSIONES	47
VI.	RECOMENDACIONES.....	48
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	49
VIII.	ANEXOS.....	52

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Modo de acción de los metabolitos secundarios sobre los insectos	16
Cuadro 2. Características macroscópicas de frutas y anatómicas de las 37 especies de <i>Solanum subgen. Leptostemonum</i>	17
Cuadro 3. Esquema del análisis de varianza para cada experimento fue el siguiente.....	23
Cuadro 4. Distribución aleatorizada de los tratamientos experimentales....	24
Cuadro 5. Análisis preliminar de laboratorio de frutos de <i>Solanum mammosum</i> para determinar los componentes principales.....	45

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Se presenta la altura de planta medida desde los 15 días de la siembra hasta antes de la cosecha, a los 90 días después de la siembra entre los meses de marzo a mayo del 2013	36
Figura 2. Se presenta la altura de planta, a los 90 días después de la siembra entre los meses de marzo a mayo del 2013.....	37
Figura 3. Se presenta el diámetro de planta medida desde los 15 días de la siembra hasta antes de la cosecha.....	38
Figura 4. Se presenta diámetro de planta entre los meses de marzo a mayo del 2013.....	39
Figura 5. Se presenta el área foliar medida desde los 22 días de la siembra hasta antes de la cosecha entre los meses de marzo a mayo del 2013.....	40
Figura 6. Se presenta el promedio del área foliar de las plantas, entre los meses de marzo a mayo del 2013.....	41
Figura 7. Se presenta el peso en kilogramos por hectárea, a los 120 días después de la siembra junio del 2013.....	42
Figura 8. Se presentan la mortalidad, repelencia de <i>Prodidiplosis longifila</i> en tomate utilizando frutos verdes de <i>Solanum mammosum</i> y frutos maduros bajo condiciones de laboratorio	43
Figura 9. Se presentan el % de mortalidad a las 24, 48, 72 horas sobre <i>Spodoptera frugiperda</i> en maíz utilizando frutos maduros de <i>Solanum mammosum</i> bajo condiciones de laboratorio.....	44

INDICE DE ANEXOS

	Pagina
Anexo 1. Promedio de la altura de plantas a la quinta semana después de la siembra	52
Anexo 2. Promedio del diámetro de los tallos a la quinta semana después de la siembra	53
Anexo 3. Promedios del área foliar a la quinta semana después de la siembra	54
Anexo 4. Promedio de la altura de las plantas a la sexta semana después de la siembra	55
Anexo 5. Promedio de los diámetros de plantas a la sexta semana después de la siembra	56
Anexo 6. Promedio del área foliar a la sexta semana después de la siembra ...	57
Anexo 7. Promedio de la altura de plantas a la décima semana después de la siembra	58
Anexo 8. Promedio de los diámetros de plantas a la décima semana después de la siembra	59
Anexo 9. Promedio del área foliar a la décima semana después de la siembra	60
Anexo 10. Promedio del rendimiento a la cosecha	61

I. INTRODUCCION

Los productos sintéticos destinados a controlar plagas y enfermedades en los vegetales han tenido un rol muy marcado en el incremento de la producción agrícola. Sin embargo, el uso continuo e indiscriminado de estas sustancias, no sólo ha causado enfermedades y muertes por envenenamiento a corto y largo plazo, sino también ha afectado al medio ambiente, acumulándose por bioconcentración en los distintos eslabones de la cadena alimenticia, en el suelo y en el agua. Los insecticidas son responsables además de la resistencia por parte de los insectos, sin restar importancia a la destrucción de parasitoides, predadores naturales y polinizadores, entre los otros tantos integrantes del ecosistema que han visto alterado su ciclo de vida a causa de estos productos Bisset (2002).

Las plantas, en conjunto, producen más de 100.000 sustancias de bajo peso molecular conocidas también como metabolitos secundarios. Estos son, normalmente, no-esenciales para el proceso metabólico básico de la planta. Entre ellos se encuentran terpenos, lignanos, alcaloides, azúcares, esteroides, ácidos grasos, etc. Semejante diversidad química es consecuencia del proceso evolutivo que ha llevado a la selección de especies con mejores defensas contra el ataque microbiano, o la predación de insectos y animales. Hoy en día se sabe que estos metabolitos secundarios tienen un rol importante en el mecanismo defensivo de las plantas (García, 2004).

Por lo tanto en los últimos años se está retornando al uso de las plantas como fuente de plaguicidas más seguros para el medio ambiente y la salud humana. Los plaguicidas pueden ser clasificados de acuerdo con el tipo de organismo frente a los cuales son eficaces: funguicidas, herbicidas, insecticidas, moluscicidas, nematocidas, rodenticidas. Sin lugar a dudas los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una interesante alternativa de control de insectos además de que sólo se han evaluado muy pocas plantas en relación a la fuente natural que ofrece el planeta, por lo que las perspectivas futuras en cuanto a investigación, son aún mayores (Mareggiani 2001).

1. El objetivo del presente trabajo es evaluar el manejo agronómico y toxicológicos de *Solanum mammosum* L.
2. Evaluar las propiedades insecticidas de los extractos de frutos de *Solanum mammosum*.

I. REVISION DE BIBLIOGRAFIA

2.1 *Solanum mammosum* L. (teta de vaca)

2.1.1 Clasificación taxonomica

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Subfamilia:	Solanoideae
Tribu:	Solaneae
Género:	<i>Solanum</i>
Especie:	<i>S.mammosum</i>

2.1.2 Nombres comunes

Chucho de vaca, Tinta uma, cocona venenosa, Tintuma, Tinctona, Resalgal, Tintonilla, Cocoán y Chuf-cha.

2.1.3 Descripción botánica

Arbusto de hasta 1,20 cm de alto, herbáceo o semileñoso, de tallo espinoso. Hojas simples con bordes medianamente hendidos, espinas conspicuas sobre las nervaduras y ápice acuminado. Flores pedunculadas en racimo; cáliz verde-amarillento con 5 sépalos, corola lila con 5 pétalos; 5 estambres prominentes con filamentos cortos. Fruto baya de forma cónica con lóbulos en la parte proximal, de color amarillo oro en la maduración y de 5 a 6 cm de longitud. Huayhua y Nina (2000).

2.1.4 Datos ambientales

Comúnmente llamada teta de vaca, su nombre científico es *Solanum mammosum*. Es una planta de la familia solanaceae. Crece en ecosistemas de bosque pluvial y bosque estacional con precipitaciones entre 1100 y 3400 mm/año, con una temperatura media de 22,5 a 26,5 °C. En nuestro país la encontramos en los departamentos de Loreto, San Martín y Ucayali. Crece en condiciones de alta luminosidad, en áreas bien drenadas, pues es susceptible a la inundación. Crece alejada o cerca de los cuerpos de agua, en chacras nuevas y en áreas de pastoreo. Soporta condiciones de extrema acidez, con valores menores de 4. Tolera niveles de saturación de aluminio superiores a 60 %, así como bajo nivel de materia orgánica (menos de 2 %). No tolera suelos de mal drenaje. . Biotopo de poblaciones naturales: Se encuentran bajo condiciones de alta luminosidad, asociada con gramíneas; se le encuentra comúnmente en áreas bien drenadas, es susceptible a la inundación, crece alejada o cerca de los cuerpos de agua, en chacras nuevas y áreas de pastoreo. Comparte su hábitat con las siguientes especies: cetico, guaba, helechos, caimito, uvilla, cacao, topa, cocona, coconilla, mullaca, taperiba,

malva, cítricos, amasisa, ubos, capirona, shimbillo, charichuelo, parinari, caña brava, pandisho, sangre de grado, huamansamana, capinurí, topa, lupuna, escalera de mono, pico de loro, zapote, tumbo, guayusa, cordoncillo Huayhua y Nina (2000).

2.1.5 Distribución geográfica

Distribuida en la América tropical. En el Perú, se encuentra en los departamentos de Loreto (Tamshiyacu, Tahuayo y Panguana 1º zona, distrito Fernando Lores; Padre Cocha, río Nanay; Corazón de Jesús, río Mazán y Yurimaguas); Ucayali (Pucallpa); Amazonas; Ayacucho, Huánuco, Junín y San Martín. ([www.ittorolac.org/enciclopedia botánica/Apocynaceae/...pdf/download](http://www.ittorolac.org/enciclopedia_botanica/Apocynaceae/...pdf/download)).

2.1.6 Usos

Uso medicinal Acaricida: Frotar suavemente el fruto maduro cortado sobre el área afectada. Hongos de la piel: Frotar suavemente el fruto maduro cortado sobre el área afectada.

Llagas de los senos: Aplicar emplastos de los frutos macerados en agua caliente. Otros usos La planta es ornamental y los frutos son usados como insecticidas Pinedo y col (1997).

2.1.7 Cultivo.

Según Pinedo y col (1997) la época de siembra: Todo el año, excepto los meses de mínima lluvia (setiembre y febrero en la zona de Iquitos).

- a) Espaciamiento: Se recomienda 1,5 m entre hileras y 1 m entre plantas.
- b) Labores de cultivo: Control de malezas y eliminación de vegetación adyacente que proyecte sombreamiento a la plantación.
- c) Enemigos naturales: No se observan fitófagos en esta especie, probablemente por presentar compuestos con propiedades insecticidas.
- d) Propuesta de asociación de cultivos: La plantación puede realizarse en los pastizales o en bosques secundarios con alta luminosidad. Puede establecerse en áreas sembradas con yuca y plátano poco antes de la cosecha de dichos cultivo.
- e) Propagación: Mediante semilla sexual, empleando el sistema indirecto, es decir, el establecimiento de almácigos y posterior repique a bolsas plásticas conteniendo suelo agrícola.
- f) Cosecha: Mediante recolección manual de los frutos maduros.
- g) Manejo post-cosecha: Los frutos después de cosechados, son muy resistentes al transporte y pueden ser conservados por varios días sin producirse mayor deterioro.

2.1.8 Compuestos químicos detectados en la planta

Los componentes químicos de *Solanum mammosun* son: catequinas, taninos catequínicos, alcaloides, fenoles simples, flavanonas, heterosidios cianogénicos, saponinas, triterpenos Huayhua y Nina (2000).

2.2 Insecticidas sintéticos y la protección ambiental

En general, los insecticidas son sustancias con propiedades biocidas para los insectos. Su efecto sobre la fisiología de estos organismos es complejo y tiene una serie de reacciones físico-químicas que afectan a una especie de insecto en particular. Aunque los plaguicidas son herramientas importantes de control, su uso ha demostrado también consecuencias negativas, como el desarrollo de resistencia a los productos fitosanitarios por plagas y enfermedades, aparición de nuevas plagas, eliminación de la fauna benéfica y contaminación ambiental y de cultivos alimenticios Bisset (2002).

El uso de extractos de plantas como insecticidas data de la época del Imperio Romano. Sin embargo, sólo a partir de los años 30 del siglo anterior se produjeron los avances más importantes en el uso de los insecticidas como: nicotina, rotenona, cuasina y piretrinas. Estos avances fueron seguidos por el desarrollo de los compuestos orgánicos de síntesis, incluyendo insecticidas clorados, fosforados y carbamatos, algunos de los cuales han sido retirados del mercado por tener efectos no deseados en el ambiente. En la actualidad existen centenares de materias activas y millares de productos técnicos que se encuentran registrados en diversos países, y hay una tendencia hacia la elaboración de productos cada vez más específicos, cuyo objetivo es alterar sólo alguna de las fases del ciclo del insecto, como por ejemplo, inhibir la formación de la cutícula, alterar la muda o la actividad hormonal juvenil, entre otros las investigaciones destinadas a solucionar estos problemas han apuntado a la búsqueda de productos naturales capaces de apoyar la labor de los insecticidas sintéticos, disminuyendo sus efectos negativos Lizana (2005).

2.2.1 Clasificación de los insecticidas

Según Lizana (2005), los insecticidas pueden dividirse de acuerdo a sus componentes químicos y propiedades, en la siguiente clasificación:

- a) Insecticidas inorgánicos: Los productos inorgánicos son de origen mineral y carecen, por ende, de carbono. Comúnmente contienen arsénico, cobre, boro, mercurio, azufre, estaño o zinc. Actualmente se usan principalmente en el control de enfermedades de las plantas. Sin embargo, no son específicos y pueden ser tóxicos a una gran variedad de organismos; es decir, son de amplio espectro. Estos productos son generalmente menos efectivos que muchos de los compuestos orgánicos. Algunos ofrecen la ventaja de tener una toxicidad aguda relativamente baja en las personas, aunque aquellos que contienen plomo, mercurio y arsénico causan serios problemas de salud y contaminación del medio ambiente, por lo que su uso se ha prohibido.
- b) Insecticidas orgánicos: Los insecticidas orgánicos contienen carbono y pueden ser tanto de origen natural como artificial. También contienen oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, y otros elementos. La mayoría de los insecticidas usados en la actualidad son compuestos orgánicos. Cabe señalar que “orgánico” no quiere decir “natural”, y como sustancias tóxicas, estos productos deben usarse con precaución.
- c) Insecticidas microbiales: Los insecticidas microbiales son un grupo distinto de productos para el manejo de plagas y están constituidos por bacterias, virus u hongos; capaces de causar enfermedades en ciertas plagas. Aunque estos organismos pueden generarse en forma natural, también son producidos a gran escala e introducidos intencionalmente en cantidad

suficiente, de manera que garanticen un alto nivel de control de la plaga en cuestión. Son altamente específicos, y por ello no afectan a otras especies. Hasta el momento sólo un pequeño número de estos insecticidas ha sido registrado para su uso. El más conocido es *Bacillus thuringiensis* Berliner, bacteria que ha sido usada efectivamente contra larvas de distintas especies, especialmente lepidópteros.

- d) Insecticidas vegetales: Los insecticidas orgánicos son derivados o extraídos directamente de plantas y corresponden principalmente a mecanismos de defensa frente a posibles daños por insectos.

2.2.2 Ventajas y desventajas de los insecticidas naturales

Al usar compuestos vegetales se debe ser cuidadoso y no depender de esta táctica de manera única y exclusiva para el control de plagas, ya que se podrían producir efectos no deseables para la salud humana o bien generar resistencia, de manera similar a lo que ocurre con los insecticidas sintéticos, los de mayor toxicidad para el ser humano.

Por tanto, estos insecticidas son una herramienta más dentro de un sistema de Manejo

Integrado de Plagas. Entre las ventajas y desventajas de un insecticida natural es posible mencionar las siguientes Cortés (2011)

Ventajas

- Material renovable.
- Biodegradable.
- Alta disponibilidad de material.
- Bajo costo.

- Menor efecto negativo sobre enemigos naturales y otros organismos benéficos.
- No contaminante.
- Bajo riesgo a la salud humana.
- Mantenimiento del equilibrio de la fauna entomológica.

Desventajas

- Poca información en pruebas de toxicología.
- Variabilidad en cantidad del ingrediente activo.
- Mayor requerimiento de personal calificado y mano de obra.
- Requiere equipo de procesamiento.
- Costo de oportunidad.
- No muy buena estabilidad en los extractos.

Otra gran ventaja de los insecticidas orgánicos, que paradójicamente se definió como desventaja, se refiere a la inestabilidad de los componentes dentro de la planta debido a factores climáticos; si dos extractos tienen los mismos compuestos, no necesariamente están en las mismas concentraciones, y por ello, los insectos no son sometidos siempre a la misma presión y por ende es muy difícil que desarrollen resistencia.

2.2.3 Persistencia de los insecticidas naturales

Los compuestos vegetales no persisten mucho tiempo en el medio y sus parámetros farmacocinéticos son poco tóxicos a organismos superiores, y causan menos daños al medio ambiente.

La actividad de los insecticidas naturales perdura normalmente entre 4 a 15 días bajo condiciones de campo. En general, estos productos no presentan efectos nocivos para artrópodos benéficos debido a su especificidad contra larvas de lepidópteros. Esto constituye una ventaja en programas de protección

donde se necesita una población alta de insectos benéficos para combatir otras plagas Cañarte (2000).

2.2.4 INSECTICIDAS DE ORIGEN BOTÁNICO

Las especificaciones de Caballero (2004), en el registro de nuevos productos insecticidas en la Unión Europea demanda unos requerimientos cada vez más estrictos sobre selectividad e impacto ambiental. La abundancia de metabolitos secundarios en las plantas ofrece excelentes perspectivas para su extracción, identificación estructural y evaluación como plaguicidas. Estos productos, además de su alta selectividad y baja persistencia ambiental, tienen especial interés debido a que podrían retrasar la aparición de resistencia, ya que están constituidos por una mezcla de varios compuestos con distinto modo de acción. La identificación estructural y evaluación de estas sustancias constituye uno de los objetivos de la química de los productos naturales y es un importante paso para desarrollar métodos más racionales para el control de plagas. Los extractos de origen vegetal han sido usados como productos insecticidas desde la antigüedad. La primera generación de insecticidas de origen botánico incluye extractos y compuestos derivados de plantas tales como piretrinas, rotenoides y alcaloides. Algunos de estos compuestos fueron la base para la elaboración de insecticidas sintéticos de segunda generación, como es el caso de las piretrinas naturales obtenidas de flores de *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Compositae) que dieron origen a los piretroides sintéticos. Entre los rotenoides, la rotenona, obtenida principalmente de las raíces de algunos géneros la familia Leguminosae (*Derris*, *Lonchocarpus*), ha sido ampliamente usada como insecticida. El alcaloide más importante como insecticida es la nicotina, que se extrae de las hojas de al menos 18 especies del género *Nicotiana* (Solanaceae).

Muchas especies de plantas, pertenecientes a las familias de las meliaceas, labiadas y rutaceas, han recibido atención en los últimos años debido al hecho de que poseen numerosos terpenoides que actúan como antialimentarios, toxinas y reguladores del crecimiento de los insectos. Un ejemplo particularmente relevante de este grupo de sustancias es la azadiractina, un terpeno de estructura compleja aislado de *Azadirachta indica* (el árbol del neem) y de *Melia azedarach* (Meliaceae), del que existen numerosas formulaciones registradas y es ampliamente utilizado en diversos sistemas de producción. Sus hojas y frutos han sido usadas en India y Sri Lanka durante siglos para proteger libros, ropa y comida almacenada del daño de los insectos. Hay casos de especies sensibles a la azadiractina en la mayoría de los órdenes de insectos. En ensayos de laboratorio se han observado efectos sobre enemigos naturales). Sin embargo, los efectos secundarios en campo han sido nulos o tolerables en la práctica.

Existen múltiples formulaciones de neem, que se han registrado para la protección de diversos cultivos, donde la principal materia activa es el limonoide azadiractina. Entre ellas están los productos comerciales: “Azatin”, “Bioneem” y “Neemesis” en los EEUU, “Safer’s ENI” en Canadá, “RD-9 Repelin”, “Welgro”, “Neemguard” y “Neemark” en la India y “NeemAzal” de una firma alemana. Otros productos son “Nimbosol”, “Biosol”, “Neemrich”, “Margosan-O” y “Align”. Solamente en la India, se cita 35 productos del neem que se han desarrollado comercialmente para el control de plagas.

En nuestro país, los productos comerciales de la azadiractina son “Align” y Neemix, los cuales tienen registro para el control de pulgones, moscas blancas, ácaros y diversas orugas en arándanos, árboles y arbustos.

(<http://www.mapya.es/es/agricultura/pags/fitos/registro/introregistro.htm>).

2.2.5 METABOLITOS SECUNDARIOS DE PLANTAS CON ACTIVIDAD INSECTICIDA

Según Caballero (2004), los metabolitos secundarios de las plantas más importantes hasta la fecha, se han identificado más de 100.000 metabolitos secundarios en plantas. Sin embargo, se considera que el potencial que ofrece el reino vegetal como fuente de compuestos potencialmente útiles no ha sido suficientemente aprovechado, ya que sólo un limitado porcentaje de las 270.000 especies de plantas superiores conocidas han sido investigadas en cuanto a sus compuestos activos y es frecuente el caso en que las plantas son investigadas solamente por un tipo específico de actividad biológica.

A lo largo de la evolución, tanto las plantas como los insectos han ido adaptándose a las presiones ambientales a las que han estado sometidos. Así, las plantas han desarrollado diferentes mecanismos por los cuales, por un lado, atraen a insectos que son beneficiosos para ellas y por otro, se defienden frente al ataque producido por insectos fitófagos. Por su parte, los insectos han desarrollado estrategias para evadirse de las defensas generadas por las plantas, creándose así un equilibrio dinámico entre plantas e insectos.

Como resultado de la coevolución entre plantas e insectos, las plantas han desarrollado una inmensa variedad de mecanismos de defensa, que pueden ser de tipo físico o químico, gracias a los cuales adquieren una serie de ventajas adaptativas. Los mecanismos de tipo físico, son aquellos que implican una modificación morfológica en la planta, que supone una barrera al insecto en su intento de acceso a ésta. Estas modificaciones se observan en las plantas como espinas, tricomas, ceras, etc. Las defensas de tipo químico pueden ser directas en forma de sustancias tóxicas, disuasorias, repelentes y reductoras de la digestibilidad, o indirectas mediante sustancias volátiles que atraen a los enemigos naturales (depredadores y parasitoides) de los insectos que atacan a

la planta. Se propuso el término de compuestos aleloquímicos para referirse a sustancias no nutricionales producidas por individuos de una especie y que afecta al comportamiento, el desarrollo o la biología de individuos de otras especies. En plantas, estos compuestos químicos denominados también metabolitos secundarios, ya que no están implicados directamente en los procesos metabólicos primarios o de crecimiento y desarrollo de la planta, tienen una función ecológica importante como defensas químicas contra microorganismos, insectos, otros herbívoros e incluso contra otras plantas. La importancia de los metabolitos secundarios en las interacciones planta-insecto es bien conocida, pudiendo actuar de forma constitutiva o inducible como atrayentes, repelentes, estimulantes o inhibidores de la alimentación o de la oviposición, como sustancias tóxicas y como reguladores del desarrollo.

2.2.6 INSECTICIDAS NATURALES APARTIR DE EXTRACTOS VEGETALES

A partir de la necesidad por encontrar una nueva alternativa natural para el control de insectos plagas y reemplazar así los pesticidas sintéticos aparecen los insecticidas botánicos ofreciendo seguridad para el medio ambiente y una eficiente opción agronómica

Muchas plantas son capaces de sintetizar metabolitos secundarios que poseen propiedades biológicas con importancia contra insectos plagas. La selección de plantas que contengan metabolitos secundarios capaces de ser utilizados como insecticidas naturales deben ser de fácil cultivo y con principios activos potentes, con alta estabilidad química y de óptima producción Leyva y col (2009).

2.2.7 Modo de acción de los insecticidas de origen botánico

Alonso (1998) mencionó que los bioinsecticidas obtenidos a partir de las plantas poseen varias formas de actuar, entre las que se agrupan como las más importantes las siguientes:

- a) Repelentes. Sustancias desagradables que contienen algunas plantas, las cuales son capaces de alejar las plagas.
- b) Fagorepelentes o antialimentarios: Sustancias que interrumpen el proceso de alimentación de los insectos, incluso después de haber comenzado, y que poseen la propiedad de reducir la capacidad de alimentación de estos hasta que la plaga muere por inanición.
- c) Venenos por contacto: Sustancias que provocan la muerte a los insectos al ponerse en contacto con estos, por lo que para que sean efectivas tienen que aplicarse sobre la plaga.
- d) Venenos estomacales: Sustancias con efecto tóxico sobre el sistema digestivo de las plagas, cuya efectividad depende de que el insecto las ingiera.
Acción de disfrazar olores: Este modo de acción aprovecha los olores fuertes y desagradables que expelen algunas plantas para ocultar el olor del cultivo principal y evitar que sea atacado por las plagas.
- e) Uso del jabón mezclado con los insecticidas naturales: Al añadir el jabón aumenta la potencia del insecticida de dos formas: primero contribuye a deshacer la piel de los insectos con cuerpos blandos (áfidos, moscas blancas y algunos gusanos) y a su vez obstruye los espiráculos de estos y no los deja respirar; y segundo porque sirve como adherente haciendo que el insecticida se adhiera mejor a las hojas del cultivo.

Cuadro 1. Modo de acción de los metabolitos secundarios sobre los insectos.

Compuesto	Modo de acción
Alcaloides	Interferencia con la replicación del DNA Interferencia con el transporte en membranas Inhibición de enzimas Agonista de la acetil colina
Flavonoides	Inhibición de la NADH deshidrogenasa en el transporte respiratorio de e-
Terpenoides	Repelentes y disuasorios Interfieren en la producción de la hormona de la muda y de la hormona juvenil Inhibidores de la síntesis de quitina Inhibición de enzimas digestivas
Glicósidos cianogénicos	Inhibición de la citocromo oxidasa en el transporte respiratorio de e-
Glucosinolatos	Repelentes y disuasorios
Cumarinas	Reaccionan de forma irreversible con el ADN
Taninos y Ligninas	Reductores de la digestibilidad
Quinonas	Reductor de la digestibilidad
Piretrinas	Actúan sobre los canales de sodio de las neuronas interfiriendo con la transmisión del impulso nervioso
Saponinas	Repelentes y disuasorios Alteran la estructura de membranas

Fuente: Caballero (2004).

Cuadro 2: Características macroscópicas de frutas y anatómicas de las 37 especies de Solanum subgen. Leptostemonum estudiado. Diámetro se da cuando la fruta es esférica, y la longitud y la anchura se dan cuando la fruta tiene otra forma. Abreviaturas: una especie, A andromonoica, H hermafrodita especies, NS, el número medio de semillas por fruto.

Especies	Sistema sexual	patron de placentacion	NS	Tipo de semilla	Color de fruta	Medida de la fruta (cm)
----------	----------------	------------------------	----	-----------------	----------------	-------------------------

Sect. Acantophora

S. aculeatissimum	A	3	117.0	compacto	Amarillo	1.84
S. aenictum	A	4	180.2	compacto	Amarillo	2.75
S. atropurpureum	H	3	99.2	alado	Rojo	1.45
S. capsicoides	A	4	298.5	alado	Rojo	3.14
S. incarceratum	H	3	50.0	alado	amarillo verdoso	1.35
S. mammosum	A	3	300.0	compacto	Amarillo	7x4
S. palinacanthum	A	3	250.0	compacto	Amarillo	3.90
S. platense	A	3	80.0	alado	amarillo verdoso	2.00
S. temaspinum	H	3	81.3	alado	Amarillo	1.37x1.22
S. viarum	A	4	369.4	compacto	Amarillo	2.23

Sect. Crinitum

S. lycocarpum	A	5	600.0	compacto	pelos grisaceos epidermis verdosa	10.00
S. urticans	A	5	431.0	compacto	Amarillo	4.06

Sect. Erythrotrichum

S. robustum	A	5	326.0	compacto	pelos grisaceos epidermis amarilla	1.80
-------------	---	---	-------	----------	------------------------------------	------

Características macroscópicas de frutas y anatómicas de las 37 especies de *Solanum* subgen.

Especies	Sistema sexual	patron de placentacion	NS	Tipo de semilla	Color de fruta	Medida de la fruta (cm)
----------	----------------	------------------------	----	-----------------	----------------	-------------------------

Sect. Acanthophora

<i>S. aculeatissimum</i>	A	3	117.0	compacto	Amarillo	1.84
<i>S. aenictum</i>	A	4	180.2	compacto	Amarillo	2.75
<i>S. atropurpureum</i>	H	3	99.2	alado	Rojo	1.45
<i>S. capsicoides</i>	A	4	298.5	alado	Rojo	3.14
<i>S. incarceratum</i>	H	3	50.0	alado	amarillo verdoso	1.35
<i>S. mammosum</i>	A	3	300.0	compacto	amarillo	7x4
<i>S. palinacanthum</i>	A	3	250.0	compacto	amarillo	3.90
<i>S. platense</i>	A	3	80.0	alado	amarillo verdoso	2.00
<i>S. temaspinum</i>	H	3	81.3	alado	amarillo	1.37x1.22
<i>S. viarum</i>	A	4	369.4	compacto	amarillo	2.23

Sect. Crinitum

<i>S. lycocarpum</i>	A	5	600.0	compacto	pelos grisaceos epidermis verdosa	10.00
<i>S. urticans</i>	A	5	431.0	compacto	amarillo	4.06

Sect. Erythrotrichum

<i>S. robustum</i>	A	5	326.0	compacto	pelos grisaceos epidermis amarilla	1.80
--------------------	---	---	-------	----------	------------------------------------	------

Sect. Herposolanum

<i>S. alternatopinnatum</i>	A	1	150.0	compacto	Amarillo	4.20
-----------------------------	---	---	-------	----------	----------	------

Sect. Lasiocarpa

<i>S. quitoense</i>	A	5	144.0	compacto	Amarillo	4.00
---------------------	---	---	-------	----------	----------	------

Especies	Sistema sexual	patron de placentacion	NS	Tipo de semilla	Color de fruta	Medida de la fruta (cm)
----------	----------------	------------------------	----	-----------------	----------------	-------------------------

Sect. Melongena

<i>S. aridum</i>	H	1	63.7	compacto	Amarillo	1.567x1.1
<i>S. comptum</i>	A	1	112.4	acanalado	gris verdoso	1.07
<i>S. elaeagnifolium</i>	A	1	58.8	compacto	Amarillo	1.07
<i>S. euacanthum</i>	H	3	57.0	compacto	gris verdoso	1.86
<i>S. hieronymi</i>	A	2	249.0	compacto	Amarillo	1.86x2.38
<i>S. homalospermum</i>	A	3		compacto	amarillo verdoso	1.40
<i>S. juvenale</i>	H	1	91.9	compacto	Amarillo	1.64x1.43
<i>S. marginatum</i>	A	2	576.4	compacto	Amarillo	3.02
<i>S. mortonii</i>	A	1	182.5	compacto	marron oscuro	1.50
<i>S. multispinum</i>	A	3	325.0	compacto	Amarillo	3.20
<i>S. sisymbriifolium</i>	A	5	150.0	compacto	Rojo	1.56

Sect. Torva

<i>S. albidum</i>	H	5	221.6	compacto	verde oscuro	1.27
<i>S. asperolanatum</i>	H	5	27.7	compacto	anaranjado	1.25
<i>S. bolivianum</i>	H	3-carpellar	180.0	compacto	verde oscuro	1.30
<i>S. bonariense</i>	H	5	80.6	compacto	anaranjado	1.05
<i>S. consimile</i>	H	6	27.4	compacto	Rojo	0.73
<i>S. guaraniticum</i>	H	5	40.8	compacto	anaranjado	0.79
<i>S. paniculatum</i>	H	5	48.0	compacto	Rojo	1.50
<i>S. aff. Paniculatum</i>	H	5	73.6	compacto	anaranjado	0.80
<i>S. scuticum</i>	H	2	350.0	compacto	amarillo	1.30
<i>S. toldense</i>	H	5	40.0	compacto	marron oscuro	1.23
<i>S. variable</i>	H	6	80.0	compacto	rojo	0.90

Chiarini y Barboza (2007).

2.2.10 Mecanismo de defensa de las plantas

Según Alonso (1998). En el caso de las plantas también están dotadas de mecanismos para defenderse de sus enemigos. Muchas tienen espinas para alejar a los animales que las quieren comer (por ejemplo, los cactus), otras poseen pelos urticantes que pican al tocarlos y algunas como el ajo (*Allium sativum*) y la flor de muerto (*Tagetes sp.*) tienen olores fuertes que son desagradables a los insectos y sirven para repelerlos, es decir, tienen acción insecticida.

Las plantas, al igual que el hombre, también están inmersas en la misma lucha contra los insectos. Sin embargo, este último, al domesticar los cultivos alimenticios (con la aradura del suelo, la fertilización, el cultivo y la aplicación de plaguicidas), ha provocado que pierdan en cierto grado sus mecanismos de defensa, al ser más dulces, suaves y succulentos para los insectos.

El efecto nocivo que causan los plaguicidas hace que los agricultores en muchas regiones del mundo utilicen las plantas silvestres (las cuales son más rústicas) en cultivos intercalados, en extractos, etc. para combatir las plagas, siempre teniendo en cuenta la posibilidad de que los insectos pueden crear resistencia a los químicos que producen las propias plantas.

Por otra parte, según es importante que cuando se utilicen plantas con fines plaguicidas se tengan en cuenta las siguientes recomendaciones:

- ◆ Nunca cosechar todas las plantas de un lugar. Siempre se deben dejar algunas para que produzcan semillas y se complete nuevamente el ciclo de reproducción.
- ◆ Dejar las plantas más fuertes y saludables. No cosecharlas para que se reproduzcan y así garantizar la raza genética para el futuro.
- ◆ Nunca se debe descortezar el tronco de un árbol, ni cortar sus ramas para usar la corteza.
- ◆ Todas las plantas silvestres que son de utilidad deben sembrarse en un área de cultivo para mantener una fuente permanente de recursos.

2.2.11 Preparación de plaguicidas naturales a base de plantas

Para preparar los plaguicidas de origen botánico se pueden emplear las diferentes partes de las plantas: hojas, semillas, raíces, corteza y tallos. Por otra parte, también hacen referencia al empleo de las cabezuelas de la flor, frutos, ramas, ápices, inflorescencias, resinas y la planta completa. Un aspecto de vital importancia al preparar los bioproductos lo constituye la forma de conservar al máximo los principios activos de las plantas; para procurar esto, dichas plantas o sus partes deben secarse en lugares aireados y colocarse en bolsas de tela, papel o cartón para que haya una mejor transpiración y puedan ser procesadas con ulterioridad sin perder su calidad Alonso (1998).

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 LUGAR DEL EXPERIMENTO

El presente trabajo de investigación se realizó durante los meses de febrero y agosto del 2013, en el Fundo UPAO II ubicado a 9°06'33.15' S y 78°59'28.90' O, en el valle de Santa Catalina en el distrito de Laredo, provincia de Trujillo, departamento La Libertad.

2.2 MATERIALES

- Herramientas de campo:

Palana, picota, rastrillo, regadera, bomba aspersora, tijeras, bandejas, bolsas, wincha, trampa centinela, marco de madera, Nylon, Clavos.

- Material fotográfico: Cámara digital Sony Cybershot.

- Material de Laboratorio:

Microscopio, Probetas, Mortero, Balanza, coladores, pulverizador, licuadora, frutos teta de vaca, agua de mesa, envases plásticos, balón de destilación, embudo de decantación, papel filtro, hornilla eléctrica.

3.3 FACTORES ESTUDIADOS

Se estudió la influencia de dos densidades de siembra con podas y sin podas con relación a la producción de frutos *Solanum mammosum L.*, tratándose de encontrar la mejor densidad, luego se realizaron extractos en el laboratorio para comprobar su eficacia al ser aplicados sobre larvas *Prodidiplosis longifila* en tomate y larvas de *Spodoptera frugiperda* recolectadas en maíz, finalmente un análisis fitoquímico preliminar del fruto para determinar los tipos de sustancias existentes.

3.4 DISEÑO ESTADISTICO

Las parcelas útiles estuvieron constituidas por los surcos centrales de cada tratamiento, en donde se realizaron las evaluaciones respectivas para el análisis estadístico.

Los datos de cada experimento fueron analizados mediante un diseño completamente al azar (BCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 3: Esquema del análisis de varianza para cada experimento fue el siguiente:

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Tratamiento	t-1	6
Error	(t-1)(r-1)	14
Total	tr-1	20

3.5 ANALISIS DE DATOS

Para analizar el efecto principal del distanciamiento de siembra y las podas, se realizará un análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo con los datos originales de altura de planta, grosor de tallo, área foliar y rendimiento de fruto.

Si la prueba resulta significativa, se realizarán las pruebas de comparación de Duncan

3.6 DISTRIBUCION EXPERIMENTAL

En el cuadro 4, se muestra la forma como se han aleatorizado los tratamientos en cada uno de los 4 bloques propuestos para este estudio.

CUADRO 4. Distribución aleatorizada de los tratamientos experimentales.

REPETICIONES (Bloques)	DISTRIBUCION ALEATORIA (Tratamientos)			
	I	T4	T2	T1
II	T3	T1	T2	T4
III	T1	T3	T4	T2
IV	T2	T4	T3	T1

3.7 TRATAMIENTOS ESTUDIADOS

T1 es el tratamiento con podas, distanciamiento de 0.8 m entre surcos y 0.8 m entre plantas.

T2 es el tratamiento sin podas, distanciamiento de 0.8 m entre surcos y 1.2 m entre plantas.

T3 es el tratamiento con podas, distanciamiento de 0.8 m entre surcos y 1.2 m entre plantas.

T4 es el tratamiento sin podas, distanciamiento de 0.8 m entre surcos y 0.8 m entre plantas.

3.8 CARACTERISTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

- Numero de parcelas por bloque	:	4
- Numero de bloques	:	4
- Numero de parcelas totales	:	16
- Ancho de las parcelas	:	3.2 m
- Largo de las parcelas	:	4.8 m
- Área de las parcelas	:	15.36 m ²
- Ancho del bloque	:	14 m
- Largo del bloque	:	22 m
- Área de las calles	:	54 m ²
- Área del experimento neto	:	245.76 m ²
- Área total del experimento	:	308 m ²

3.9 FASES DE INVESTIGACION

El estudio estuvo conformada por dos fases: fase en campo y fase de laboratorio.

3.9.1 Fase de campo.

Consistió en el establecimiento desde el vivero y manejo del cultivo de *solanum mammosum* en campo definitivo hasta la cosecha.

a) En el vivero:

Consistió en germinar las semillas de *Solanum mammosum* en dos bandejas de 200 cada una, luego en preparar el sustrato proporción 1:1:1 (arena, tierra y humus) para el llenado de bolsas, finalmente el repique de las plántulas.

b) En campo

Consistió en manejar el cultivo desde la siembra en el campo definitivo hasta la cosecha.

Los parámetros evaluados fueron:

- Evaluación de la altura de planta

Se medirá desde el cuello de planta hasta el brote principal, evaluando la hilera de los surcos centrales de las dieciséis parcelas experimentales a partir de la primera semana de siembra hasta la fructificación.

- **Evaluación del diámetro de tallo**

Se medirá a los 10 cm del cuello de planta, consiste en medir el diámetro de todas las plantas de cada uno de los surcos centrales de las dieciséis parcelas experimentales, a partir de la segunda semana de siembra en campo definitivo hasta la fructificación.

- **Medición del área foliar**

Se comenzará a evaluar el área foliar a partir de la segunda semana de siembra en campo definitivo, hasta el final de la cosecha. Consiste en evaluar semanalmente el diámetro del área foliar de las plantas a través de un diseño simple de marcos, construido de un metro por lado unidas con cuerdas equidistantes diseñadas cada 25 cm formando cuadrantes. En donde se proyectará sobre cada una de las plantas en los surcos centrales de todas las parcelas experimentales.

- **Evaluación de la producción**

Se medirá el peso total de los frutos de la hilera central de cada una de las dieciséis parcelas. En la parcela útil de cada unidad experimental se registró el rendimiento de cada parcela y se expresó en kg/ha-1.

3.9.2 Fase de Laboratorio

Se realizaron diluciones con agua los extractos del fruto de *S.mammosum*, se realizaron dos experimentos y un ensayo fitoquímico preliminar

- **Experimento con extractos de frutos verde pintón y fruto maduro de *S.mammosum* sobre *Prodiplosis longifila* en tomate.**

Consistió en 3 tratamientos con 4 repeticiones en donde:

T1: Dilución con frutos verde

T2: Dilución con frutos maduros

T3: Testigo

Para la realización de los extractos se pesaron 50 gr de fruto verde pintón y 50 gr de frutos maduros preparándose por separado, se agregó 50 ml de agua de mesa proporción de 1:1 a cada uno. Se licuaron durante 5 minutos finalmente se filtró y dejó en reposo por 24 horas.

En campos aledaños al fundo UPAO II se recolectaron tomates infestados con larvas de *P.longifila* para ser llevados al laboratorio.

En envases plásticos con tapas acondicionados, se colocaron papeles humedecidos los frutos de tomates infestados con 50 larvas de *P.longifila* con el fin de evitar se deshidraten.

Para las aplicaciones de extractos se utilizó un atomizador manual, rociando y evaluando.

- **Experimento con extractos de frutos maduros de *S.mamosum* sobre larvas de *Spodoptera frugiperda* en maíz.**

Consistió en 4 tratamientos con 4 repeticiones:

T1: tratamiento con extractos de frutos puro

T2: tratamiento de diluciones con agua de mesa al 25%.

T3: tratamiento de diluciones con agua de mesa al 50%.

T4: tratamiento testigo sin ninguna aplicación.

Para la realización de los extractos se pesaron 1000 gr de frutos maduros, se preparó frutos picados, se licuaron durante 5 minutos se obtuvo alrededor de 300 ml del extracto, se filtró y dejó en reposo por 24 horas. Luego el extracto se separó en tres partes en diferentes recipientes haciendo en dos diluciones al 25 y 50 % de agua de mesa

Las larvas *S.frugiperda* fueron recolectadas en parcelas maíz chala del fundo UPAO II posteriormente fueron colocadas en envases plásticos.

Finalmente se asperjaron sobre las larvas y evaluaron a las 24, 48, 72 horas para observar el efecto de los extractos de *solanum mammosum* de frutos maduros.

3.9.3 Análisis fitoquímico preliminar

Los frutos pintones de *Solanum mammosum* recolectados, serán sometidos a un procedimiento de limpieza, mediante la utilización de una solución diluida al 10% V/V de hipoclorito de sodio, para eliminar residuos de polvo y suciedad que pudiera interferir en el análisis. Luego se procederá a desmenuzar a mano dichos frutos, para posteriormente secar los trozos al sol por dos días y completar el secado en una estufa a 60 °C y luego proceder a la pulverización.

1. PROCEDIMIENTO EN LABORATORIO

a) maceración

Consistió en cuatro medios de extracción:

Pesar 4 muestras de 5 gr de fruto seco pulverizado

- Clorofórmico: 30 ml de cloroformo HCCL_3
- Etanólico: 30 ml alcohol EtOH
- Acuoso: 30 ml solvente H_2O medio acuoso
- Acido: 30 ml HCL al 1%

b) Ensayo a la gota

Consistió en aplicar reactivos para determinar las siguientes sustancias:

- Esteroides: Para determinar la presencia de esteroides a la extracción de la muestra conocida como clorofórmico (HCCL_3) se le añade 5 gotitas de ácido sulfúrico donde se debe obtener una coloración azul, verdosa o violeta.

- Quinonas: a la extracción clorofórmica (CHCl_3) se le agrega 5 gotitas de Xileno + 5 gotitas de Hidróxido de sodio (NaOH), Se debe obtener una coloración roja.
- Flavonoides: a la extracción etanólica (EtOH) se le agrega limaduras de Mg + ácido clorhídrico (HCl), se debe obtener una coloración rojiza.
- Taninos: a la extracción etanólica (EtOH) se le agrega cloruro férrico coloración azul, verde o verde pardo
- Cardiotónicos: a la extracción etanólica (EtOH) se le agrega un reactivo KEDDE consiste en la preparación de $\text{NaOH} + \text{KOH} + 3,5$ denitrobenzoico, se obtiene una coloración violeta, púrpura o champan.
- Antocianinas : a la extracción con agua (H_2O) + reactivos:
Pruebas con (HCl), se debe obtener una coloración crema.
Pruebas con (NaOH), coloración mostaza.
- Saponinas: solo se agita la muestra de 3ml si la espuma prevalece entonces hay presencia de saponinas.
- Alcaloides: a la extracción con (HCl) reactivos preparados Dragendorff, Mayer y Wagner, se deben observar un precipitado en la muestras.

2. Hidrodestilación para la obtención de aceite esencial

Este proceso realizado es un tipo de destilación por arrastre con vapor de agua.

- Se colocó 1.3 litros de agua destilada en el balón de destilación con 660 gr de material seco pulverizado del fruto de *Solanum mammosum*.
- se recubrió con papel aluminio y fue llevado hornilla de base plana eléctrica conectando la ampolla Keldar un refrigerante o condensador lineal y un embudo de decantación.
- finalmente se hizo una extracción con solvente orgánico "diclorometano" seguido de una decantación y concentración al rotovapor.

3.10 ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCION DEL EXPERIMENTO.

3.10.1 Preparación del vivero:

El establecimiento del vivero se comenzó el 08 de enero del 2013, con la germinación de la semilla de *S.mammosum* en dos bandejas de 200 conos cada una. Se evaluó el porcentaje de germinación, la altura y diámetro de las plantas.

Con respecto a la preparación del sustrato se realizó mezcla y llenado de las bolsas en la proporción 1:1:1 (arena, tierra y humus de lombriz). Para el repique de las plántulas se procedió a la desinfección de las raíces con Homai al 4 gr / Litro de agua.

Finalmente se instaló trampas centinelas con el fin de identificar los insectos existentes y se aplicó *Bacillus turingensis* en la proporción de 1gr / Litro de agua.

3.10.2 Preparación del terreno:

Se realizó la labranza mecánica (arado simple con caballo), previo riego a machaco con humedad de campo 28 de febrero del 2013, se preparó en seco mediante labores de aradura con la finalidad de dar una profundidad adecuada al cultivo.

Posteriormente se realizó el surcado a una distancia de 0.8 m entre ellos y se dieron las dimensiones establecidas formando las parcelas experimentales y bloques.

3.10.3 Siembra:

La siembra se realizó en forma manual el 01 de marzo del 2013, en capacidad de campo. Utilizando una planta por golpe con un distanciamiento de 0.80 m

entre surcos y 1.2 m entre plantas; y el otro distanciamiento de 0.8 m entre surcos y 0.8 m entre plantas.

Se aplicó Homai al final de la siembra en campo definitivo a razón de 4gr / Litro de agua.

3.10.4 Abonamiento:

La fertilización se realizó a los 15 días de la siembra con fosfato diamónico con 50 gr por planta y la segunda aplicación a los 30 días con urea 50 gr por planta en base a la dosis 100 – 100 – 0 de N – P - K.

3.10.5 Riegos:

Con la finalidad de mantener una profundidad de humedecimiento de 20-30 cm, se rego en forma frecuente y ligera una vez por semana, cada bloque tuvo un desagüe independiente del subsiguiente.

3.10.6 Podas:

Las podas se realizaron a partir de la quinta semana después de la siembra, el criterio empleado fue el despunte de la guía de las plantas a unos 15 cm y plantas que se entrecruzan de ambos surcos evitando el sombreado.

3.10.6 Control de plagas y enfermedades:

El manejo fitosanitario fue oportuno teniendo generalmente las siguientes plagas: “gusanos de tierra” *Agrotis sp.* y *Feltia sp.*, como defoliadores de hojas *Spodoptera ochrea* también se comportó como gusano cortador del tallo, *Heliothis virescens*, “moscas blancas” *Bemisia tabaci*. Para el control larvas a lo largo de la conducción del experimento se realizaron aplicaciones de *Bacillus turingensis* 5gr / Litro.

3.10.7 Control de malezas:

Los deshierbos se realizaron manualmente y en forma mecánica con palana. El primero a los 15 días después de la siembra, para luego realizarla durante todo su periodo vegetativo en forma semanal.

3.10.8 Cosecha:

La cosecha se inició el 01 de julio del 2013, cosechándose los surcos centrales de cada tratamiento, para luego llevarlo a la balanza. Los resultados obtenidos por parcela se transformaron por rendimiento por hectárea.

IV. RESULTADOS

4.1. Altura de planta

En la figura 1 se presenta la altura de planta medida desde los 90 días después de la siembra hasta la cosecha, entre los meses de marzo a mayo del 2013.

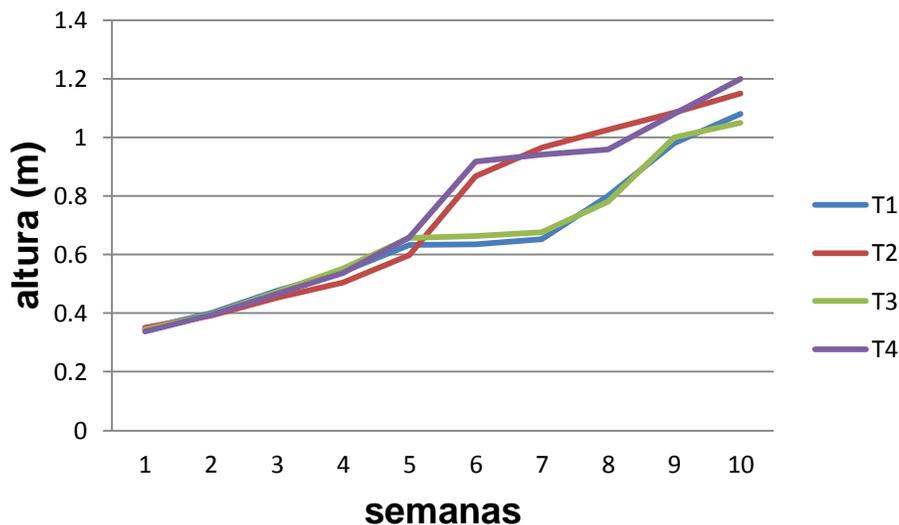


Figura 1. Altura promedio de las plantas *Solanum mammosum* a lo largo del período de observaciones marzo-mayo 2013.

En la figura no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos empleados entre las semanas 1 a 5 ($P > 0.05$), pero sí se observan diferencias a partir de la semana 6 ($P < 0.001$). En ambas densidades del experimento sin podas (D1: 0.80 x 1.20 m) y (D2: 0.80 x 0.80) las plantas tuvieron mayor altura con relación a las densidades con podas, se observa que la poda afectó la altura de las plantas. Estos resultados son similares a los registrados por Abanto y col. (2011) en camu camu (*Myrciaria dubia*) y a los resultados de Huayhua y Nina (2000), en *Solanum mammosum* donde

registraron alturas entre los rangos de 1- 1.2 m cuando la planta empieza la floración.

Altura en la semana 10

En la figura 2: se presenta la altura de planta, a los 90 días después de la siembra entre los meses de marzo a mayo del 2013.

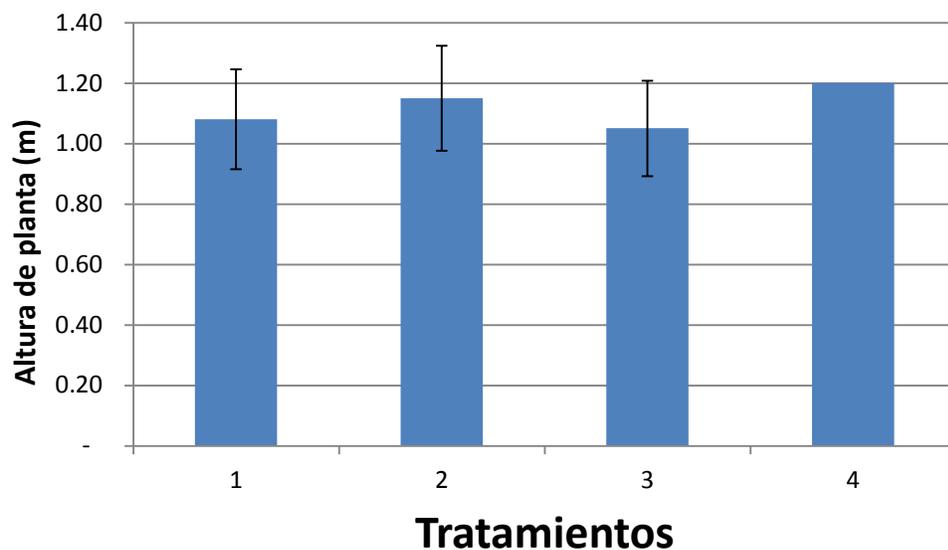


Figura 2. Altura promedio de las plantas *Solanum mammosum* a lo largo del período de observaciones marzo - mayo 2013.

En la figura no se observan diferencias estadísticas significativas en cuanto a la altura entre los tratamientos empleados a la semana 10.

4.2. Diámetro de tallo

En la figura 3 se presenta el diámetro de planta medida desde los 15 días de la siembra hasta antes de la cosecha, entre los meses de marzo a mayo del 2013.

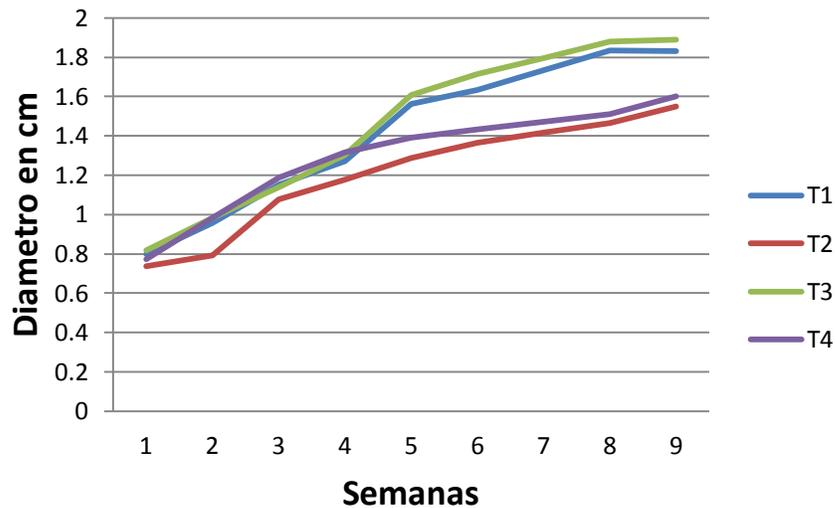


Figura 3. Diámetro de las plantas *Solanum mammosum* a lo largo del período de observaciones marzo-mayo 2013.

En la figura, no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos empleados en cuanto al diámetro. Se observa que para el diámetro basal en los tratamientos con podas el valor promedio fue ligeramente mayor frente al diámetro de los tratamientos sin podas. Estos resultados son similares a los registrados por Abanto y col. (2011) en camu camu (*Myrciaria dubia*).

Semana 10

En la figura 4 se presenta diámetro de planta, a los 90 días después de la siembra entre los meses de marzo a mayo del 2013.

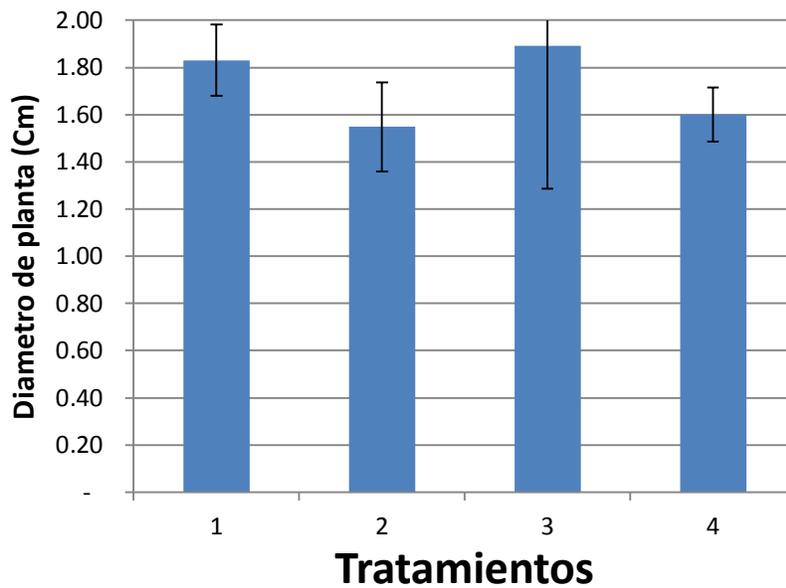


Figura 4. Diámetro promedio de las plantas *Solanum mammosum* a lo largo del período de observaciones marzo - mayo 2013.

En el cuadro 2, no se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos empleados en cuanto al diámetro a la décima semana.

4.3 Área foliar

En la figura 5 se presenta el área foliar medida desde los 22 días de la siembra hasta antes de la cosecha, a los 90 días después de la siembra entre los meses de marzo a mayo del 2013.

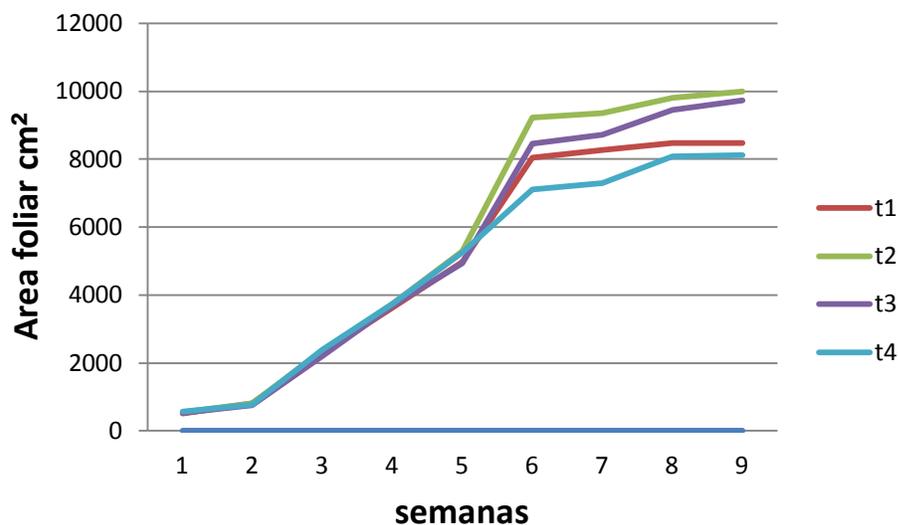


Figura 5. Área foliar de las plantas *Solanum mammosum* a lo largo del período de observaciones marzo-mayo 2013.

En la figura se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos empleados a partir de la semana 6 en donde la densidad (D2: 0.80 x 1.20 m) tuvieron los mejores resultados en cuanto al follaje sobresaliendo la densidades sin podas. Las diferencias de diámetro con respecto al área foliar se deben a las podas y a la competencia entre plantas. Estos resultados son similares a los registrados por Abanto y col. (2011) donde se presentan el efecto de la poda de formación en la arquitectura de plantas, encontrándose que los tratamientos con podas tuvieron diferencias significativas positivas con relación al desarrollo del follaje.

Semana 10

En la figura 6 se presenta el promedio del área foliar de las plantas, a los 90 días después de la siembra entre los meses de marzo a mayo del 2013.

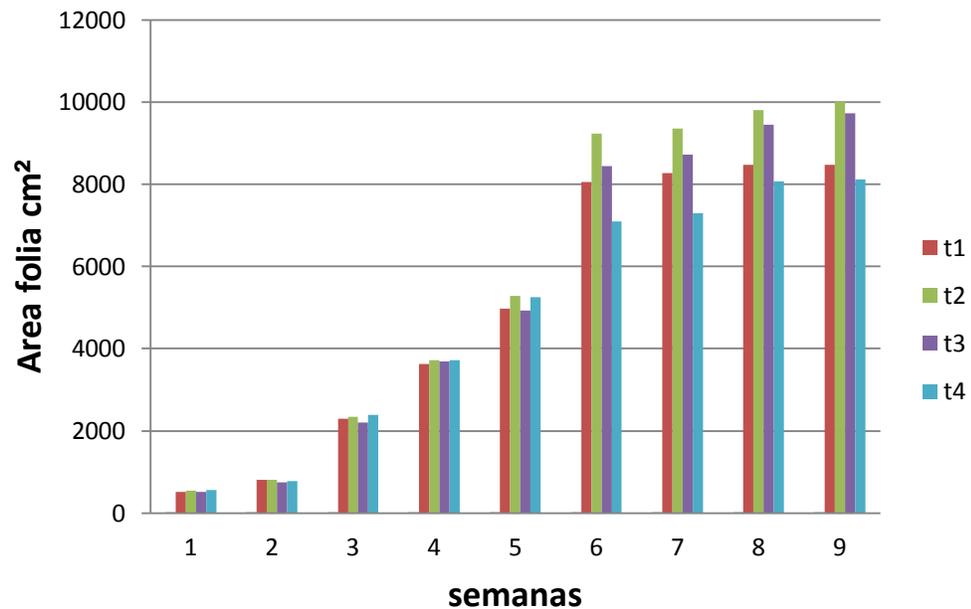


Figura 6. Área foliar promedio de las plantas *Solanum mammosum* a lo largo del período de observaciones marzo - mayo 2013.

En la figura 6 se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos empleados en la semana 10. Las diferencias en el área foliar se deben a las podas realizadas y a la competencia entre plantas.

4.4. Rendimiento

En la figura 7 se presenta el peso en kilogramos por hectárea, a los 120 días después de la siembra junio del 2013.

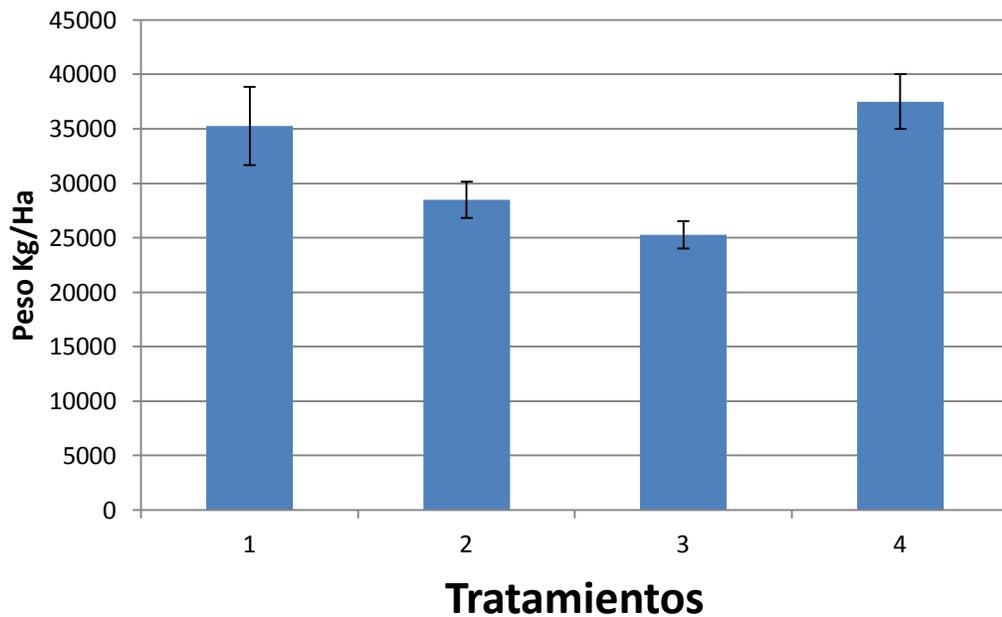


Figura 7. Rendimiento de frutos de *Solanum mammosum*, junio del 2013.

En la figura ambas densidades (D1: 0.80 x 0.80) y (D2: 0.80 x 1.20) en cuanto a la producción se observan diferencias estadísticas significativas en donde ($P < 0.001$). Las plantas sin podas al libre crecimiento para ambas densidades D1 y D2 tuvieron una mayor producción que plantas con podas. Estos resultados son similares a los registrados por Salinas y col. (1994) donde se concluyó que con plantas a libre crecimiento se obtienen los mayores rendimientos por parcela.

4.5. Ensayo de efectividad sobre *Prodiplosis longifila*

En la figura 8 se presentan la mortalidad, repelencia de *Prodiplosis longifila* en tomate utilizando frutos verdes de *Solanum mammosum* y frutos maduros bajo condiciones de laboratorio.

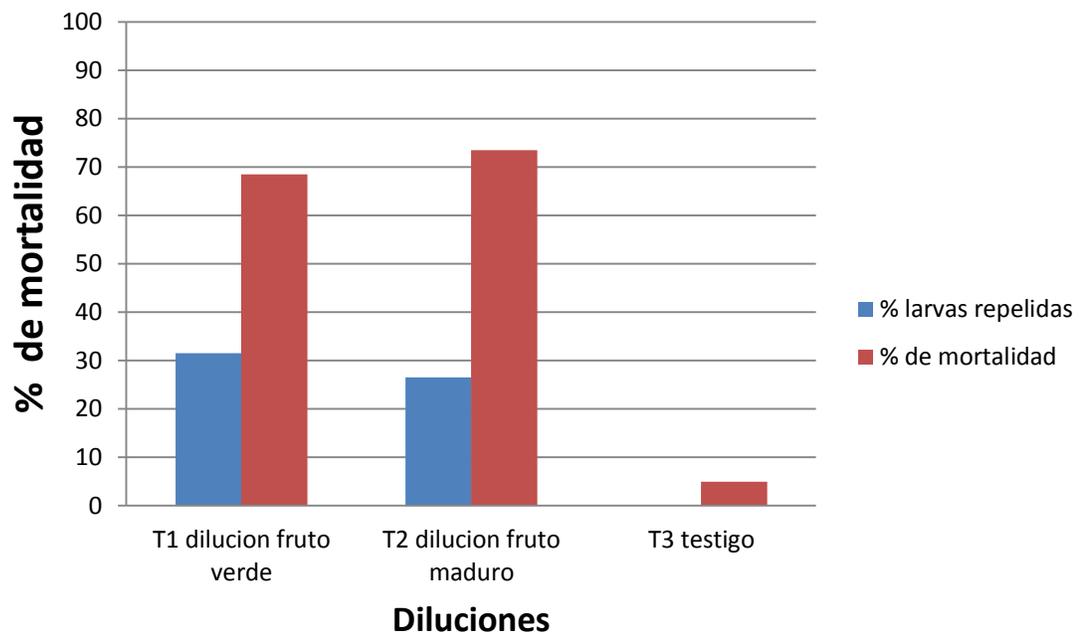


Figura 8. Porcentaje de mortalidad y repelencia de *Prodiplosis longifila* expuestas a extractos de *Solanum mammosum* en pruebas de laboratorio. Julio 2013.

Los resultados del cuadro nos muestran una buena efectividad de los extractos de *Solanum mammosum* el 68% y 72% de mortalidad, 31% y 28% de repelencia en diluciones con frutos verdes y maduros sobre larvas de *P. longifila*. Estos resultados son similares a los obtenidos por Barrera y Quevedo (2009) concluye que el fruto genera un efecto repelente en la cucaracha doméstica (*Periplaneta Americana*).

4.6. Ensayos de efectividad sobre *Spodoptera frugiperda*

En la figura 9: Se presentan el % de mortalidad a las 24, 48, 72 horas sobre *Spodoptera frugiperda* en maíz utilizando frutos maduros de *Solanum mammosum* bajo condiciones de laboratorio.

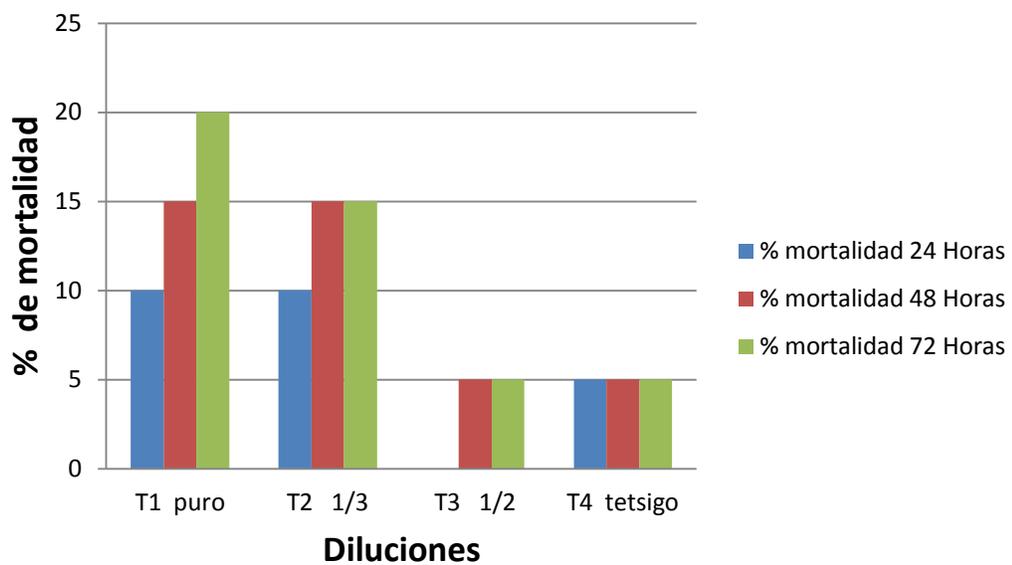


Figura 9. Porcentaje de mortalidad de *Spodoptera frugiperda* expuestas a extractos de *Solanum mammosum* en pruebas de laboratorio. Julio 2013.

Los resultados a las 24, 48, 72 horas, extractos en diluciones con agua (puro, $\frac{3}{4}$, $\frac{1}{2}$), representa el 20%, 15%, 5% de mortalidad aplicados sobre larvas de *Spodoptera frugiperda*., estos resultados nos muestran una baja efectividad de los extractos de *Solanum mammosum*.

4.7. Análisis de laboratorio

Cuadro 5. Análisis preliminar de laboratorio de frutos de *Solanum mammosum* para determinar los componentes.

Ensayo	CHCl ₃ Color: Amarillo	EtOH Color: Amarillo	H ₂ O Color: Pardo oscuro	HCl 1% Color: Pardo claro
Quinonas	-	Color: -		
Esteroides	++	Color: Azul		
Flavonoides		- Color: -		
Cardiotónicos		+ Color: Champan		
Taninos		+ Color: Verde pardo		
Antocianinas			OH ⁻ + Color: Mostaza	H ⁺ + Color: Crema
Saponinas			+ Altura: 3cm	
Alcaloides				D + Pardo: + M + Pardo: + w + Pardo: +

Estos datos corroboran con los datos presentados por Barahona y Guevara (2007) Donde se concluyó por los resultados obtenidos por reacciones preliminares de técnica preparativa en placa que en el extracto alcohólico si hay presencia de alcaloides esteroidales.

Los extractos vegetales tuvieron efecto sobre *P. longifila*, larvas, superaron el 50% de mortalidad, mientras que en larvas de *Spodoptera frugiperda* no hubieron buenos resultados. Los extractos vegetales contienen grupos químicos e ingredientes activos que actúan sobre la repelencia y control de plagas.

Los antecedentes que preceden esta investigación permiten atribuir la actividad insecticida posiblemente a los alcaloides que se detectaron en el estudio fitoquímico preliminar, además no se puede descartar la posibilidad de un efecto sinérgico originado por las moléculas presentes concentración en el extracto como esteroides, cardiotónicos, saponinas y taninos.

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye lo siguiente:

1. La altura para ambos distanciamientos en tratamientos sin podas (D1: 0.80 x 1.20 m) y (D2: 0.80 x 0.80) tuvieron los mejores resultados con relación a las densidades con podas, se observa que la poda afectó la altura de plantas.
2. El diámetro basal en los tratamientos no hubieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con poda y sin poda, y a las dos distancias de siembra estudiadas.
3. El área foliar, las plantas con mayor distanciamiento (D2: 0.80 x 1.20 m) tuvieron los mejores resultados.
4. La producción, los distanciamientos (D1: 0.80 x 0.80) y (D2: 0.80 x 1.20) sin podas tuvieron una mayor producción que plantas podadas, sobresaliendo la D1: 0.80 x 0.80 m donde se obtuvieron los mejores resultados con 38 t/ha.
5. El fruto de la planta de teta de vaca (*Solanum mammosum*) posee un efecto insecticida sobre larvas de *Prodiplosis longifila* en tomate pero no sobre *Spodoptera frugiperda*: 72 y 20% de mortalidad, respectivamente.
6. Los extractos de los frutos de *S. mammosum* presentan los siguientes compuestos: alcaloides, esteroides, cardiotónicos, saponinas y taninos.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se debe seguir experimentando con productos vegetales que puedan ser utilizados para el control de vectores como insectos, ya que para el mantenimiento del ambiente se deben desechar cada vez más los productos químicos para estos fines.
2. Realizar un estudio de los componentes químicos del fruto, para así determinar el o los elementos que causan el efecto repelente.
3. Evaluar diferentes diluciones de extractos del fruto de “teta de vaca”.
4. Evaluar diferentes densidades de siembra.

VII. BIBLIOGRAFIA.

Abanto, C y col. 2011. Efecto de la altura de poda de formación en la arquitectura de plantas de camu camu (*Myrciaria dubia* H.B.K. Mc Vaugh) en la estación experimental del IIAP, Ucayali, Perú. Scientia Agropecuaria 2(2011) 73 – 81.

Barahona, E. y Guevara, B. 2007. Determinacion de alcaloides esteroidales en extracto alcohólico del fruto del *Solanum mammosum* (chichigua) por cromatografía de capa fina.

SAN SALVADOR, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA. 10- 63 p.

Barrera, A. y Quevedo, S. 2009. Efecto del fruto de la planta Vigure (*Solanum mammosum*) sobre la cucaracha domestica (*Periplaneta americana*) SANTAFÉ DE BOGOTÁ, 20- 68 p.

Bisset, J, 2002. Uso correcto de insecticidas: control de la resistencia. Cuba 54(3):202-219

Caballero García, C. 2004. Efectos de terpenoides naturales y hemisintéticos sobre *Leptinotarsa decemlineata* (say) (Coleoptera: Chrysomelidae) y *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae). Tesis para optar el grado de doctor. Universidad Complutense de Madrid. 129 p.

Cañarte, E. 2000. Oportunidad de los insecticidas vegetales en el manejo racional de cultivos rentables. Simposio Internacional de Manejo Racional de Insecticidas.

Chillán, Chile. pp. 24-47.

Carrero, J. 1996. Lucha Integrada contra las Plagas Agrícolas y Forestales. Mundi Prensa. Madrid, España. 256 p.

Cortés, H. N 2011 Ventajas y desventajas de los insecticidas químicos y naturales

Veracruz, Mexico 83 p.

Chiarini, F. and Barboza, G. 2007. Placentation patterns and seed number in fruits of South American *Solanum* subgen. *Leptostemonum* (Solanaceae) species. Córdoba, Argentina Darwiniana v.45 n.2

García, D.E 2004. Los metabolitos secundarios de las especies vegetales Pastos y Forrajes, "Indio huatey" Central España Republicana, Matanzas, Cuba Vol. 27, No. 1.

Huayhua Romaní, K.M. y S. G. Nina Humire, 2000. Acción antimicrobiana del própolis de *Apis mellifera* L. y de *Solanum mammosum* L (teta de vaca) contra microorganismos de la cavidad oral (*Streptococcus mutans* y *Streptococcus mitis*). Universidad Alas Peruanas, Arequipa. Ciencia y Desarrollo 10: 1-12.

Leyva. M y col. 2009. Utilización de aceites esenciales de pináceas endémicas como una alternativa en el control del *Aedes aegypti* Rev Cubana Med Trop v.61 n.3.

Lizana Rojas, D.R. 2005. Elaboración y evaluación de extractos del fruto de *Melia azedarach* L (sic) como insecticida natural. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Chile. 57 p.

Mareggiani, G. 2001. Manejo de insectos plaga mediante sustancias semioquímicas de origen vegetal Costa Rica No. 60 p. 22 - 30

Pinedo, M. Rengifo, E. Cerruti, T. 1997. Plantas Medicinales de la Amazonía Peruana. Estudio de su uso y cultivo. AECL. IIAP. GRL. 304 p. Iquitos-Perú.

<http://www.monografias.com/trabajos18/insecticidas-naturales/insecticidas-naturales.shtml>. Biol. Maggi, M. 2004. Insecticidas Naturales Laboratorio de química fina y productos naturales. Cordoba, Argentina.

www.ittorolac.org/.../solanum-mammosum 2005. “Extrativismo não-madeireiro e desenvolvimento sustentável na Amazônia.

payfo.ihatuey.cu/Revista/v22n1/pdf/pyf01199.pdf Alonso, 1998. Los insecticidas botánicos: una opción ecológica para el control de plagas

Salinas, O y Col (1994). Efecto del sistema de tutorado, poda de tallos y podas de hojas sobre la calidad del fruto del tomate (*Lycopersicum esculentum mill*) Vol XI No. 2 Pag. 184-189.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Promedio de la altura de plantas a la quinta semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	0.71	0.68	0.62	0.64
II	0.63	0.56	0.71	0.73
III	0.53	0.58	0.67	0.66
IV	0.71	0.57	0.63	0.66

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	2.65	0.6625	0.001625
Bloque 2	4	2.63	0.6575	0.006091667
Bloque 3	4	2.44	0.61	0.004466667
Bloque 4	4	2.57	0.6425	0.003425
T1	4	2.58	0.645	0.0073
T2	4	2.39	0.5975	0.003091667
T3	4	2.63	0.6575	0.001691667
T4	4	2.69	0.6725	0.001558333

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	0.00671875	3	0.002239583	0.589256349	0.63728934	3.862548358
Tratamientos	0.01261875	3	0.00420625	1.106705646	0.395942495	3.862548358
Error	0.03420625	9	0.003800694			
Total	0.05354375	15				

Anexo 2: Promedio del diámetro de los tallos a la quinta semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	1.46	1.38	1.31	1.40
II	1.27	1.13	1.44	1.48
III	1.13	1.07	1.27	1.22
IV	1.33	1.14	1.20	1.22

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	5.55	1.3875	0.003825
Bloque 2	4	5.32	1.33	0.02606667
Bloque 3	4	4.69	1.1725	0.008025
Bloque 4	4	4.89	1.2225	0.00629167
T1	4	5.19	1.2975	0.01875833
T2	4	4.72	1.18	0.01873333
T3	4	5.22	1.305	0.01016667
T4	4	5.32	1.33	0.0172

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	0.11561875	3	0.038539583	4.39301829	0.036481559	3.862548358
Tratamientos	0.05366875	3	0.017889583	2.03918309	0.178921591	3.862548358
Error	0.07895625	9	0.008772917			
Total	0.24824375	15				

Anexo 3: Promedios del área foliar a la quinta semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	3656.25	3937.50	3937.50	3656.25
II	3656.00	3656.25	3825.00	3825.00
III	3375.00	3487.50	3487.50	3937.50
IV	3825.00	3656.25	3656.25	3487.50

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	15187.5	3796.875	26367.1875
Bloque 2	4	14962.25	3740.5625	9506.26563
Bloque 3	4	14287.5	3571.875	62226.5625
Bloque 4	4	14625	3656.25	18984.375
T1	4	14512.25	3628.0625	34800.0156
T2	4	14737.5	3684.375	34804.6875
T3	4	14906.25	3726.5625	38759.7656
T4	4	14906.25	3726.5625	38759.7656

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	116254.6992	3	38751.56641	1.0727308	0.40832224	3.862548358
Tratamientos	26135.16797	3	8711.722656	0.24116014	0.86551305	3.862548358
Error	325118.0039	9	36124.22266			
Total	467507.8711	15				

Anexo 4: Promedio de la altura de las plantas a la sexta semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	0.71	0.98	0.65	0.92
II	0.64	0.84	0.71	0.98
III	0.55	0.83	0.67	0.96
IV	0.74	0.82	0.63	0.92

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	3.2475	0.811875	0.02577656
Bloque 2	4	3.18	0.795	0.02249167
Bloque 3	4	3.0075	0.751875	0.0329224
Bloque 4	4	3.11	0.7775	0.0155375
T1	4	2.635	0.65875	0.00676042
T2	4	3.4725	0.868125	0.0053849
T3	4	2.6525	0.663125	0.00128906
T4	4	3.785	0.94625	0.00098958

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	0.007889063	3	0.002629688	0.66888938	0.59213507	3.862548358
Tratamientos	0.254801563	3	0.084933854	21.6038419	0.00018944	3.862548358
Error	0.035382812	9	0.003931424			
Total	0.298073438	15				

Anexo 5: Promedio de los diámetros de plantas a la sexta semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	1.57	1.55	1.55	1.48
II	1.43	1.36	1.61	1.65
III	1.33	1.29	1.46	1.43
IV	1.53	1.34	1.42	1.43

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	6.1425	1.535625	0.00146406
Bloque 2	4	6.045	1.51125	0.01862708
Bloque 3	4	5.4975	1.374375	0.00612656
Bloque 4	4	5.7125	1.428125	0.00596406
T1	4	5.855	1.46375	0.01161875
T2	4	5.5425	1.385625	0.01258073
T3	4	6.025	1.50625	0.00763542
T4	4	5.975	1.49375	0.01083958

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	0.066685547	3	0.022228516	3.26155071	0.07344725	3.862548358
Tratamientos	0.035207422	3	0.011735807	1.72197421	0.23171636	3.862548358
Error	0.061337891	9	0.006815321			
Total	0.163230859	15				

Anexo 6: Promedio del área foliar a la sexta semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	5250	5250	5400	4875
II	4500	4875	5625	5625
III	4875	4500	5250	5625
IV	5250	5100	4875	4875

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	20775	5193.75	50156.25
Bloque 2	4	20625	5156.25	316406.25
Bloque 3	4	20250	5062.5	234375
Bloque 4	4	20100	5025	33750
T1	4	19875	4968.75	128906.25
T2	4	19725	4931.25	106406.25
T3	4	21150	5287.5	99375
T4	4	21000	5250	187500

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	74531.25	3	24843.75	0.14985862	0.92717541	3.862548358
Tratamientos	412031.25	3	137343.75	0.82846371	0.51084006	3.862548358
Error	1492031.25	9	165781.25			
Total	1978593.75	15				

Anexo 7: Promedio de la altura de plantas a la décima semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	0.82	1.12	0.79	1.07
II	0.78	1.09	0.84	1.07
III	0.76	1.08	0.78	1.05
IV	0.75	1.05	0.73	1.06

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	3.7975	0.949375	0.02799323
Bloque 2	4	3.7725	0.943125	0.0257349
Bloque 3	4	3.67	0.9175	0.03025417
Bloque 4	4	3.5825	0.895625	0.0329349
T1	4	3.1025	0.775625	0.00109323
T2	4	4.34	1.085	0.0009625
T3	4	3.135	0.78375	0.00203542
T4	4	4.245	1.06125	4.375E-05

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	0.007335547	3	0.002445182	4.34129614	0.03758574	3.862548358
Tratamientos	0.345682422	3	0.115227474	204.580489	1.3487E-08	3.862548358
Error	0.005069141	9	0.000563238			
Total	0.358087109	15				

Anexo 8: Promedio de los diámetros de plantas a la décima semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	1.75	1.83	1.88	1.80
II	1.60	1.49	1.57	1.55
III	1.90	1.71	1.90	1.90
IV	1.66	1.58	1.56	1.60

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

<i>RESUMEN</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
Fila 1	4	7.2525	1.813125	0.00281406
Fila 2	4	6.205	1.55125	0.00223542
Fila 3	4	7.405	1.85125	0.00887292
Fila 4	4	6.4025	1.600625	0.00180156
Columna 1	4	6.905	1.72625	0.01645625
Columna 2	4	6.6025	1.650625	0.02184323
Columna 3	4	6.9075	1.726875	0.03502656
Columna 4	4	6.85	1.7125	0.02729167

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Bloques	0.270439063	3	0.090146354	25.8265606	9.36304E-05	3.862548358
Tratamientos	0.015757813	3	0.005252604	1.50484954	0.278532904	3.862548358
Error	0.031414063	9	0.003490451			
Total	0.317610938	15				

Anexo 9: Promedio del área foliar a la décima semana después de la siembra

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	8200	9500	10000	7500
II	8400	9800	10000	8800
III	8500	9800	10000	8000
IV	8800	9800	10000	8200

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	35200	8800	1326666.67
Bloque 2	4	37000	9250	596666.667
Bloque 3	4	36300	9075	955833.333
Bloque 4	4	36800	9200	720000
T1	4	33900	8475	62500
T2	4	38900	9725	22500
T3	4	40000	10000	0
T4	4	32500	8125	289166.667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	486875	3	162291.6667	2.2979351	0.1461889	3.862548358
Tratamientos	10161875	3	3387291.667	47.9616519	7.3537E-06	3.862548358
Error	635625	9	70625			
Total	11284375	15				

Anexo 10: Promedio del rendimiento a la cosecha

BLOQUES	T1	T2	T3	T4
I	33000	28000	25000	34000
II	36000	26000	24000	40000
III	32000	30000	25000	36000
IV	40000	30000	27000	37000

Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

RESUMEN	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Bloque 1	4	120000	30000	18000000
Bloque 2	4	126000	31500	59666666.7
Bloque 3	4	123000	30750	20916666.7
Bloque 4	4	134000	33500	36333333.3
T1	4	141000	35250	12916666.7
T2	4	114000	28500	3666666.67
T3	4	101000	25250	1583333.33
T4	4	147000	36750	6250000

ANÁLISIS DE VARIANZA

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	G. de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Bloques	27187500	3	9062500	1.77069199	0.22251854	3.862548358
Tratamientos	358687500	3	119562500	23.3609227	0.0001394	3.862548358
Error	46062500	9	5118055.556			
Total	431937500	15				

Anexo 11: Fotos.

En vivero





En campo



En Laboratorio















