

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL
CONTROL DEL ÁCARO BLANCO (*Polyphargotarsonemus latus*)
EN BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS

TESIS DE GRADO

EVELIN IVON CARRETO SANTIZO

CARNET 21777-08

COATEPEQUE, ABRIL DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL
CONTROL DEL ÁCARO BLANCO (*Polyphargotarsonemus latus*)
EN BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS

TESIS DE GRADO

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

POR
EVELIN IVON CARRETO SANTIZO

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADA

COATEPEQUE, ABRIL DE 2015
SEDE REGIONAL DE COATEPEQUE

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:	DR. CARLOS RAFAEL CABARRÚS PELLECCER, S. J.
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. RAUL ESTUARDO HIDALGO PAZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JOSÉ MANUEL BENAVENTE MEJÍA

ING. LUIS FELIPE CALDERÓN BRAN

LIC. RONALDO ALBERTO PÉREZ QUAN

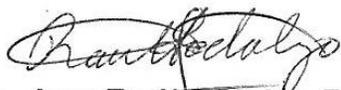
Coatepeque, 3 de Marzo de 2015

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis de la estudiante Evelin Ivon Carreto Santizo, que se identifica con carné 2177708, titulado: **“EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL CONTROL DEL ÁCARO BLANCO (*Polyphargotarsonemus latus*) EN BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS”**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,


Ing. Agr. Raúl Hidalgo Paz
Colegiado No. 1289
Asesor



Universidad
Rafael Landívar

Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06280-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante EVELIN IVON CARRETO SANTIZO, Carnet 21777-08 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Coatepeque, que consta en el Acta No. 0621-2015 de fecha 10 de marzo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS PARA EL
CONTROL DEL ÁCARO BLANCO (*Polyphargotarsonemus latus*)
EN BERENJENA; OCÓS, SAN MARCOS

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 7 días del mes de abril del año 2015.



LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
, VICEDECANA

CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por darme la bendición y oportunidad de culminar con mucha satisfacción este anhelo.

Mis padres Ligia Gregoria Santizo y Josué Jonás Carreto por todo el apoyo incondicional demostrado en todo momento.

Byron Abel Santema por todo el apoyo, amor incondicional, por estar a mi lado en todo momento.

Ingeniero Raúl Estuardo Hidalgo Paz, por su asesoría brindada Incondicionalmente.

Ingeniero Erick Fernando Martínez Gonzales por el apoyo y asesoría en esta investigación.

Sr. Efraín Albillo representante de Worl Marketing Enterprises por darme la oportunidad de elaborar esta investigación en la empresa.

La Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Universidad Rafael Landívar Sede Coatepeque por contribuir, formarme académicamente y guiarme hacia el camino de la excelencia.

DEDICATORIA

A:

Dios: Por darme sabiduría y darme fortaleza para culminar dicho anhelo.

Mis padres: Ligia Gregoria Santizo López de Carreto y Josué Jonás Carreto Ángel, por todo el apoyo incondicional, amor y confianza depositada en mí en todo momento, por sus ejemplos y esfuerzos en la trayectoria de mi vida.

Mi Abuelito: Fidel M. Santizo (Q.E.P.D.) por todos sus sabios consejos, amor, paciencia y cariño que me brindo.

Mis Hermanos: Ligia José, Josué Alexander, Fritzy Virginia y Cindy Cristina por el amor y apoyo que me han demostrado en todo momento.

Mis Sobrinas: Katherynne Michelle, Brithany Natasha, Brighette Nicolle y Chelsea Luna, que este triunfo sea para motivación y satisfacción con mucho amor.

La familia Santema: En especial a Consuelo y Byron Abel, por todo el apoyo y motivación brindada en todo momento.

Mis amigos: Por todo el compañerismo, las experiencias, solidaridad e igualdad que los identifico.

INDICE GENERAL

RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Antecedentes	2
2.2 Taxonomía de la berenjena	3
2.3 Descripción Botánica de la Planta	4
2.4 Características de las variedades del cultivo de berenjena (<i>S. melongena</i>)	5
2.5 Ciclo del cultivo	5
2.6 Exigencias del suelo	6
2.7 Exigencias climáticas	6
2.8 Labores culturales para el cultivo de berenjena	7
2.9 Usos	11
2.10 Cosecha	11
2.11 Manejo Integrado de Plagas	11
2.12 Métodos de control orgánico	11
2.13 Métodos de control químico	13
2.14 Plagas	13
2.15 Enfermedades que atacan a la berenjena	17
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3.1 Definición del problema y justificación del trabajo	18
IV. OBJETIVOS	21
4.1 General:	21
4.2 Específicos:	21
V. HIPÓTESIS	22
5.1. Hipótesis alternativa	22
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	23
6.1 Localización	23
6.2 Condiciones climáticas	23
6.3 Suelos	23
6.4 Material Experimental	24
6.5 Factor a estudiar:	24
6.6 Descripción de los tratamientos:	25

6.7	Diseño Experimental	26
6.8	Modelo Estadístico	26
6.9	Unidad Experimental:	27
6.10	Croquis de campo	28
6.11	Manejo del Experimento:	28
6.12.	Variables de Respuesta	30
6.13	Análisis de la información	31
6.13.1	Análisis estadístico	31
6.13.2	Análisis económico:	31
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
7.1	Densidad poblacional de ácaro (<i>P. Latus</i>)	32
7.2	Número de frutos aptos para exportación	34
7.3	Rendimiento de berenjena expresado en kilogramos/ha.	36
7.4	Pérdida de frutos por ácaro (número de frutos/ha)	38
7.5	Pérdida de frutos por otras CAUSAS (Número de frutos/Ha)	40
7.6	Análisis económico	42
VIII.	CONCLUSIONES	44
IX.	RECOMENDACIONES	45
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Taxonomía de la berenjena	3
Cuadro 2: Características de las variedades de berenjena	5
Cuadro 3: El ciclo del cultivo de berenjena en sus diferente etapas	6
Cuadro 4: Temperaturas para diferentes etapas fenológicas del cultivo de berenjena.	7
Cuadro 5: Tiempo de cosecha de la berenjena	11
Cuadro 6: Tratamientos a evaluar	24
Cuadro 7: Tratamientos evaluados y dosis	26
Cuadro 8: Control fitosanitario de plagas en el cultivo de berenjena	29
Cuadro 9: Promedio de ácaros/hoja antes y después de la aplicación de los acaricidas	32
Cuadro 10: Número de frutos de berenjena por hectárea para exportación	34
Cuadro 11: Análisis de varianza, para el número de frutos de berenjena por hectárea	35
Cuadro 12: prueba de Tukey al 5%, para Número promedio de frutos	35
Cuadro 13: Kilogramos por hectárea de frutos para exportación	36
Cuadro 14: Análisis de varianza, para los kilogramos por hectárea de frutos	37
Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5%, para para los Kilogramos promedio de frutos	37
Cuadro 16: Número de frutos de berenjena perdidos por hectárea, por daño de ácaro	38
Cuadro 17: Análisis de varianza, para número de frutos perdidos por daño de ácaro	39
Cuadro 18: Prueba de Tukey al 5%, para el número de frutos perdidos por daño de ácaro	39
Cuadro 19: Número de frutos de berenjena perdidos por hectárea, por otras causas	40
Cuadro 20: Análisis de varianza, para el Número de frutos perdidos por otras causas	41
Cuadro 21: Costos de producción por hectárea para cada tratamiento	42
Cuadro 22: Ingresos por tratamiento, en la aplicación de acaricidas	42
Cuadro 23: Resumen de Costos, Ingresos y relación beneficio/costo	43
Cuadro 24: Número de frutos totales perdidos por ácaro	54
Cuadro 25: Análisis de varianza, para el número de frutos totales de berenjena	54
Cuadro 26: Prueba de Tukey al 5%, para el número de frutos totales de berenjena	54
Cuadro 27: Producción total en Kilogramos por hectárea de frutos de berenjena	55
Cuadro 28: Análisis de varianza, para la producción total en kilogramos	55
Cuadro 29: Prueba de Tukey al 5%, para la producción total en kilogramos	55
Cuadro 30: Pérdida en kilogramos por hectárea de berenjena, por daño de ácaros	56
Cuadro 31: Análisis de varianza, para la pérdida en kilogramos, por daño de ácaros	56
Cuadro 32: Prueba de Tukey al 5%, para la pérdida en kilogramos, por daño de ácaros	56

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Fertilización en berenjena	9
Figura 2: Unidad experimental	27
Figura 3: Grafico de la densidad poblacional de ácaro (<i>P. latus</i>)	33
Figura 4: Mapa de Guatemala, mostrando el departamento de San Marcos	50
Figura 5: Hoja Cartográfica señalando la ubicación del experimento	50
Figura 6: Croquis de campo, mostrando los tratamientos aleatorizados	51
Figura 7: Cultivo de berenjena (<i>S. melongena</i>), La Blanca, San Marcos	52
Figura 8: Toma de datos rendimiento kg/ha, La Blanca, San Marcos	52
Figura 9: Densidad poblacional de <i>P. latus</i> en berenjena, La Blanca, San Marcos	53
Figura 10: Daños en frutos causados por <i>P. latus</i> en berenjena	53

**EVALUACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS Y ORGÁNICOS, PARA EL CONTROL
DEL ÁCARO BLANCO (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks) EN BERENJENA;
OCÓS, SAN MARCOS**

RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el efecto acaricida de dos productos químicos y dos orgánicos, para el control del ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) en berenjena (*Solanum melongena*); en el municipio de La Blanca, San Marcos. Se utilizó un diseño de bloques al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los productos químicos evaluados fueron Deltametrin y Abamectina, y los orgánicos a base de Azufre micronizado y de extracto de Neem. Las variables evaluadas fueron: densidad poblacional de ácaros/hoja, número de frutos para exportación, rendimiento en kg/ha y la relación beneficio/costo. Se determinó que el tratamiento Deltametrin mantuvo la densidad poblacional a 3 ácaros por hoja. El mayor rendimiento por hectárea para exportación fue el Deltametrin con 286,925 frutos, seguido por el Azufre, con 257,636; para la variable rendimiento en kg/ha Deltametrin obtuvo 34,516.265 kg y el Azufre 31,435.045 kg; presentando la misma tendencia que la variable número de frutos para exportación. La mayor pérdida de frutos por daños de ácaros se dio en el tratamiento de Abamectina con una pérdida de 58,996 frutos por hectárea; el tratamiento Deltametrin presentó la menor pérdida con 24,707 frutos. Con relación al número de frutos perdidos por otras causas, no existió diferencia estadística entre los acaricidas. Económicamente el tratamiento Deltametrin es el más rentable, Por lo tanto si existió diferencia entre el efecto de los diferentes tratamientos acaricidas comparados en el presente estudio.

**EVALUATION OF CHEMICAL AND ORGANIC PRODUCTS FOR THE CONTROL OF
BROAD MITE (*Polyphagotarsonemus latus*, Banks) IN EGGPLANT, OCÓS, SAN
MARCOS**

SUMMARY

In this research study the acaricide effect of two chemical and two organic products to control broad mite (*Polyphagotarsonemus latus*) in eggplant (*Solanum melongena*) was evaluated, in the municipality of La Blanca, San Marcos. A complete randomized block design with 5 treatments and 4 replicates was used. The evaluated chemical products were Deltamethrin and Abamectin, and the organic products are based on micronized sulfur and Neem extract. The evaluated variables were: population density of mites/leaf, number of export fruits, yield in kg/ha and benefit/cost relationship. It was determined that the Deltamethrin treatment kept the population density to 3 mites per leaf. The highest yield per export hectare was Deltamethrin with 286,925 fruits, followed by sulfur with 257,636. For the yield in kg/ha variable, Deltamethrin obtained 34,516.265 kg and sulfur 31,435.045 kg, showing the same trend as the number of export fruit variable. The highest fruit loss due to damage by mites was observed in the Abamectin treatment, with a loss of 58,996 fruits per hectare; the Deltamethrin treatment showed the lowest loss with 24,707 fruits. Regarding the number of fruit loss due to other causes, there was no statistical difference among acaricides. Economically, the Deltamethrin treatment is more profitable; thus, there were differences among the different acaricide treatments that were compared.

I. INTRODUCCIÓN

Los cultivos orientales son originarios de Asia, estos productos se manejan con éxito en los países de Honduras y Nicaragua, además han abierto mercados en los Estados Unidos, Canadá, Holanda, Bélgica, Francia y Alemania entre otros (Morales, 2006).

Según MAGA (2003), la producción de berenjena (*Solanum melongena*), en Guatemala es aceptable ya que se ha encontrado en varios municipios para consumo local, como en Estanzuela, Zacapa, Suchitepéquez, y en Amatitlán Guatemala.

El cultivo de la berenjena, en el municipio La Blanca, Ocós, San Marcos, comenzó a introducirse a finales del año 2006 y 2007, por parte de la Fundación AGIL. La producción para el año 2011 fue de 1800 toneladas anuales a nivel nacional (Infosur, 2011).

Según FAO (1990), citado por FAO (2009), entre las plagas que afectan a los vegetales orientales están: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), minador de la hoja (*Liriomyza* sp.), gusano del fruto (*Helicoverpa zea*), áfidos y ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) (FHIA, 2007).

Para el control de las plagas no basta con aplicar químicos, existen otras alternativas, como el uso de agentes de control biológico o productos orgánicos, los cuales según investigaciones presentan un control efectivo sobre ciertas plagas, no causa residualidad y son amigables con el medio ambiente.

Por tal motivo se pretende comparar el efecto de dos productos químicos y dos orgánicos para identificar que tratamientos tiene un mejor control acaricida sobre el ácaro blanco (*P. latus*) en berenjena (*S. melongena*) y así disminuir los daños ocasionados por este; además se tomara en cuenta la relación beneficio/costo al utilizar estas alternativas de control.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

La producción mundial de berenjena (*S. melongena*) según datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO, que registra los correspondientes a solamente 68 países, se ubica en las 34 millones de toneladas. Se estima que el total real superaría los 45 millones de toneladas, de contarse con los datos del total de los países productores (FAO, 2002).

Más del 80 % de la producción se concentra entre China e India, siendo el primero de éstos el responsable de más del 53 %, y 30 % el segundo. En relación a las exportaciones, durante el 2006 se comercializó US\$282.9 millones con una cantidad de 298,984 toneladas de berenjena. El crecimiento durante el 2002-2006 fue del 12%. España es el principal exportador del mundo, con el 34% de participación; le sigue Países Bajos (25%), México (15%), Jordania (6%), EE.UU.(4%), Francia e Italia (2%), Turquía, Bélgica, Kenia, Alemania, Honduras, China, Malasia, República Dominicana (1%) (MINECO, 2009).

En el caso de Guatemala, las exportaciones de berenjena han sido fluctuantes pues en el 2002 fueron de US\$8,763 dólares y aumentaron en el 2005 con una cifra record de US\$142,897 dólares, esto equivale a 4,866 toneladas. Para el año 2006 y 2007 tuvieron un descenso (MINECO, 2009).

Los principales problemas con que se enfrentan los productores de berenjena son los daños provocado por insectos, ácaros, nematodos y enfermedades provocadas por hongos, bacterias, virus y la interferencia por malezas: este cultivo al igual a otros es afectado en su rendimiento y calidad por diversas factores. Para el control de plagas y enfermedades es necesario conocer cuáles son las más importantes del cultivo, como se desarrollan y las condiciones que las favorecen (OIRSA, 1999).

La berenjena es uno de los cultivos más importantes en la producción de vegetales orientales, se obtiene mayor rentabilidad, es el más comercializado aunque tiene mayores riesgos al ataque de plagas, principalmente el ácaro blanco (*P. latus*), por el ambiente que tiene en la zona del municipio la Blanca (López, 2009).

La mejor forma de enfrentar los problemas de plagas en los vegetales orientales es preventivamente, por lo tanto se deben implementar todas aquellas estrategias y prácticas agrícolas y culturales que conlleven al fortalecimiento de las plantas y a la disminución de la incidencia de las plagas y que, en último caso, la decisión de usar un plaguicida químico sea sólo complementaria (FHIA, 2007).

2.2 Taxonomía de la berenjena

El cultivo de berenjena es originario de las zonas tropicales y subtropicales asiáticas, a continuación se presenta un cuadro donde describe la Taxonomía del cultivo de berenjena:

Cuadro 1: Taxonomía de la berenjena

CLASIFICACION DE LA BERENJENA	
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Solanum</i>
Nombre Científico	<i>Solanum melongena L.</i>

Dias y Salas (1995)

2.3 Descripción Botánica de la Planta

Es una planta herbácea, sus tallos presentan tejidos lignificados que le dan un aspecto arbustivo y anual, puede rebrotar en un segundo año esto si se cuida y poda de forma adecuada, con el inconveniente de que la producción se reduce y la calidad de los frutos es menor (Dias y Salas 1995).

2.3.1 Sistema radicular

Tiene un sistema radicular muy potente y profundo, la raíz no llega más de 50 centímetros, la raíz central tiene un revestimiento hasta de unos 5 centímetros con pelos capilares; los pelos representan el 70 % del sistema radicular (Dias y Salas 1995).

2.3.2 Tallos

Fuertes, de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto, o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos, pudiendo alcanzar hasta 2-3 metros de altura. Dependiendo del marco de plantación, se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas (Toledo, 2004).

2.3.3 Hojas

De largo peciolo, entera, grande, con nerviaciones que presentan espinas y envés cubierto de una vellosidad grisácea, causante en ocasiones de alergias. Las hojas están insertas de forma alterna en el tallo (Flores & Ayala, 1983).

2.3.4 Flor

El número de pétalos, sépalos y estambres oscila entre 6 y 9. Los pétalos son de color violáceo. Tanto el pedúnculo como el cáliz poseen abundantes espinas, aunque actualmente se tiende al cultivo de variedades sin espinas. El cáliz de la flor perdura después de la fecundación y crece junto al fruto, envolviéndolo por su parte inferior, lo que puede dar lugar a ataques de botritis (*Botrytis cineria*) cuando la humedad relativa es elevada, ya que los pétalos quedan atrapados entre el cáliz y el fruto (Zapata 1996).

La mayor parte de las variedades florecen en ramilletes de tres a cinco flores, una de las cuales es hermafrodita y de pedúnculo corto y continuo desde el tallo hasta el cáliz, y da lugar a un fruto comercial, mientras que el resto de las flores abortan o dan lugar a un fruto pequeño y de menor calidad. La fecundación de la flor es autógena, aunque también puede haber cruzamiento con flores de otras plantas e incluso de la misma planta. El exceso de humedad perjudica la dehiscencia del polen, por lo que la flor puede caerse como consecuencia de la falta de fecundación (Zapata, 1996).

2.3.5 Descripción del fruto

Es una baya alargada o globosa, de color negro, morado, blanco, blanco jaspeado de morado o verde. Presenta pequeñas semillas de color amarillo con un poder germinativo que oscila entre 4 y 6 años. 1 gramo de semillas contiene entre 250 y 300 unidades (FHIA, 2007).

2.4 Características de las variedades del cultivo de berenjena (*S. melongena*)

En el cuadro 2 se pueden ver las características principales de las variedades más importantes producidas de berenjena.

Cuadro 2: Características de las variedades de berenjena

Variedad	Días a Floración	Días a Inicio producción	Color del Fruto	Forma y longitud (cm)
Thái	65	70	Verde claro	Redonda pequeña 4-5
Indú	70	75	Morado uniforme	Ovalada 4-5
China	68	75	Morado opaco	Alargada 25-30

(FHIA, 2007)

2.5 Ciclo del cultivo

El ciclo fenológico del cultivo se puede observar en el cuadro No. 3.

Cuadro 3: El ciclo del cultivo de berenjena en sus diferente etapas

FASE	DURACIÓN (DIAS)
Germinación	5 – 7 días después de la siembra
Semilleros	30 – 35 días después de germinación
Floracion	35 días después del trasplate

(FHIA, 2007)

2.6 Exigencias del suelo

Los suelos más adecuados para el cultivo de berenjena (*S. melongena*) son los francos y profundos, en suelos arcillosos pueden presentar problemas de asfixias. Este cultivo es poco exigente en suelo, debido a que posee un potente y profundo sistema radicular (Zapata, 1996).

Los valores de pH óptimos oscilan entre 6 y 7, aunque en suelos arenosos puede cultivarse con valores de pH comprendidos entre 7 y 8.5. En suelos ácidos presenta problemas de crecimiento y producción (FHIA, 2007).

2.7 Exigencias climáticas

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Flores & Ayala, 1983).

2.7.1 Temperatura

Es un cultivo de climas cálidos y secos, por lo que se considera uno de los más exigentes en calor. Soporta bien las temperaturas elevadas, siempre que la humedad sea adecuada, llegando a tolerar entre 40 a 45 °C. La temperatura media debe estar comprendida entre 23 a 25 °C como se muestra en el cuadro 4, donde se muestran las temperaturas máximas, mínimas y óptimas para las distintas fases de crecimiento de la planta (Zapata, 1996).

El cultivo necesita una temperatura promedio para desarrollarse de 28 grados, y en su desarrollo fisiológico, puede variar las necesidades como se muestran a continuación:

Cuadro 4. Temperaturas para diferentes etapas fenológicas del cultivo de berenjena.

FASES DEL CULTIVO	OPTIMA °C	MINIMA °C	MAXIMA °C
Germinación	20 a 25	15	35
Crecimiento vegetativo	20 a 27	13 a 15	40 a 45
Floración y fructificación	20 a 30		

(Zapata, 1996).

2.7.2 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre el 50 y el 65 %. Cuando hay humedad relativa muy alta empiezan a manifestarse las plagas y enfermedades en el cultivo y éstas dificultan la fecundación, floración deficiente, caída de flores, frutos deformes o disminución de crecimiento (Zapata, 1996).

2.7.3 Luminosidad

Esta es una de las plantas que se destacan por ser exigentes con la luminosidad, ya que esta requiere de 10 a 15 horas luz por día en promedio (FHIA, 2007).

2.8 Labores culturales para el cultivo de berenjena

Las labores culturales son aquellas consideradas de uso común dentro del ciclo productivo, estas labores son las que permiten la germinación, plantación, desarrollo y cosecha de los cultivos de manera más eficiente (Albillo, 2012).

2.8.1 Aporcado

Esta se lleva a cabo para que los pilones tengan un mejor soporte en el campo definitivo, ésta actividad se realiza durante los 15 a 20 días después del trasplante (Salas, 1995).

2.8.2 Poda de formación

La poda se hace para delimitar el número de tallos con los que se desarrollara la planta, conseguir mejor calidad, precocidad, mejorar la aireación y luminosidad de la planta, esto se lleva a cabo después del aporcado. Para la poda a cuatro brazos, habrá que dejar un tallo a cada brazo principal, a partir del cual brotará primero una flor, a continuación una hoja y de la axila de ésta, otro tallo, que se dejará hasta que aparezca la flor y se despuntará por la axila de la siguiente hoja, manteniendo esta última (Zapata, 1996).

2.8.3 Tutorado

El tutorado es una práctica muy importante en este cultivo, con ésta se evita que los tallos se partan o quiebren con el peso de este cultivo, principalmente en las variedades erectas. El tutorado mejora las condiciones de ventilación y luminosidad, la floración y el cuajado (Salas, 1995).

2.8.4 Aclareo de flores y fruto

En el aclareo el cultivo de berenjena se tiene un ramillete floral que sólo una de las 3-4 flores originará el fruto principal, por lo que conviene eliminar el resto de flores. También se debe realizar un aclareo de frutos malformados, dañados por plagas o enfermedades (Salas, 1995).

2.8.5 Polinización de flores

Bajo condiciones adecuadas de temperatura y humedad relativa, la polinización puede verse mejorada con la aplicación de aire dirigido a la flor. Cuando las condiciones ambientales son adversas se recurre a la utilización de fitoreguladores, que a las dosis indicadas no tienen por que alterar la calidad del fruto (Flores & Ayala, 1983).

2.8.6 Recolección de Frutos

El fruto de berenjena debe recolectarse antes de que las semillas empiecen a engrosar, ya que los frutos con semillas amargan el paladar, no siendo necesario que estos hayan alcanzado la madurez fisiológica. En el momento adecuado para su recolección el fruto presenta un aspecto brillante. Normalmente el tiempo que se estima para su nueva recolección es de 5 a 10 días, dependiendo de las condiciones ambientales (Zapata, 1996).

2.8.7 Fertilización

El cultivo de berenjena requiere fuertes cantidades de nitrògeno, fòsforo y potasio. El fòsforo y el nitrògeno deben aplicarse en la fase temprana del cultivo, en la fase del trasplante, mientras que el potasio se aplica antes de la fase de floración. La berenjena es muy sensible a las deficiencias de magnesio, pero no prospera en los suelos con alto contenido de calcio en forma de carbonato (Soler, 1994).

• Fertilizantes granulados

Elementos secundarios	
Elemento	Fórmulas
Nitrògeno	18-46-0, 12-24-12, 15-15-15, urea (46%), nitrato de amonio (33.5%)
Fòsforo	18-46-0, 12-24-12, 0-46-0
Potasio	0-0-60 (muriato de potasio), 0-0-50 + 18% azufre

• Fertilizantes solubles

Macroelementos	
Elemento	Fórmulas
Azufre	Kieserite (25 y 19.9% de MgO y S)
y Magnesio	Sal Epson (16 y 13% de MgO y S)
Calcio	Sulpomag (22-18-22% de K, MgO y S)
y Magnesio	Cal dolomítica - composición variable

- **Fórmulas** (N, P₂O₅, K₂O) 11-40-11; 20-20-20; 100-40; 15-30-15; 18-18-18 y 13-06-40.

Figura 1: Fertilización en berenjena (FHIA, 2007)

2.8.7.1 Fertilización orgánica

En la producción ecológica, la fertilización va dirigida a enriquecer el suelo, sustituir los nutrientes extraídos por las cosechas, los nutrientes perdidos por arrastre de la escorrentía superficial y corregir las carencias del suelo. Esto se logra aumentando la cantidad de materia orgánica del suelo y fortaleciendo la vida macro y microbiológica del mismo. Básicamente se hace un reciclaje de nutrientes. Es importante destacar que una producción alta de berenjena ecológica por unidad de superficie, solamente se puede alcanzar mediante la interacción de varios factores como: uso de variedades rendidoras, densidad de siembra adecuada, control fitosanitario y una adecuada fertilización orgánica (VIFINEX-OIRSA, 1999).

2.8.7.2 Fertilización química

La fertilización química es la que más se ha utilizado en diversas partes del mundo, ya que con ello tenemos tendencia a cubrir de forma más rápida los nutrientes que necesita el cultivo (Hernandez, 2011)

2.8.8 Producción orgánica

En los últimos años se van presentado cambios importantes en la producción y consumo de alimentos a nivel mundial, este cambio por la preocupación de la salud, por el consumir alimentos transgénicos, la exigencia de los mercados que consumen estos productos ha sido muy fuerte, al exigir producción orgánica. Por salud y por la protección al ambiente (MAGA 2003).

La agricultura orgánica se define como “un sistema agropecuario cuya producción se caracteriza por la dependencia del laboreo y la mecanización, asociación y rotación de cultivos, fertilización orgánica, control biológico, cultivos trampa, insecticidas a base de plantas, entre otros, que propician la conservación, el mejoramiento y el uso adecuado del suelo y agua, sin perjuicio de la biodiversidad, el ambiente e inocuidad de los alimentos” (MAGA, 2003).

2.9 Usos

La fruta de la berenjena se consume mayormente en su etapa inmadura, cuando la semilla todavía está tierna. Se prepara principalmente cocida en diversos platos, acompañando la carne o el plato principal. Esta puede ser guisada, horneada, salteada o frita, en algunos lugares la preparan rellena (Fornaris, 2006).

2.10 Cosecha

La frecuencia de la recolección del fruto es de 2 o 3 veces por semana durante 4 a 6 meses, dependiendo de la variedad y el manejo, cuando es injertada dura 8 meses en producción. Se cosechan frutos sin laceraciones, sin golpes provocados por el viento o manejo post cosecha sin indicios de madurez. El tiempo de cosecha se detalla en el cuadro 5 (Lopez, 2009).

Cuadro 5: Tiempo de cosecha de la berenjena

INICIO DE COSECHA	DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE
Semilla	65 – 70
Injerto (China)	90- 100

(FHIA, 2007)

2.11 Manejo Integrado de Plagas

Debido a que son diversos insectos y enfermedades que afectan a la Berenjena (*S. melongena*), las medidas de control no deben verse de forma aislada. Lo más recomendable es un manejo integrado de plagas. Este consiste en utilizar diversas prácticas de control que permitan reducir al mínimo el uso de productos químicos. Esto evitará que las plagas adquieran resistencia a químicos, disminuirá la contaminación ambiental y hará más eficiente el control (VIFINEX-OIRSA, 1999).

2.12 Métodos de control orgánico

Con el bioplaguicida a base de neem (*Azadirachta indica* A.Juss.), se controlan plagas en una forma aceptable y económica, en comparación a los plaguicidas químicos sintéticos; lo que permite utilizarlo en la agricultura orgánica (Leal, 2008).

El azufre se usa de manera especial para el control de la araña roja del tomate, de los cítricos y otros cultivos ampliamente extendidos, debido a que el dióxido de azufre (SO₂) es altamente tóxico para los ácaros en altas concentraciones, lo mismo ocurre con ciertos insectos como mosca blancas, trips, algunos homópteros, moscas cecidomideas (Rodríguez, 1988).

El uso generalizado de azufre soluble en Florida, controla el ácaro. En las plantaciones de cítricos tratadas se hicieron de una a tres aplicaciones de azufre por estación, usando bombas manuales de gran volumen y asperjando tanto el dosel interno como el externo de cada árbol. En 1948, los síntomas de necrosis de los cítricos habían desaparecido de las zonas de Florida donde se aplicó este producto (Childers & Rodrigues, 2001).

El aceite de neem, rico en azadiractina, puede ser rociado sobre los cultivos como un sustituto orgánico, en lugar de otros insecticidas, químicos que podrían ser cancerígenos o tener usos limitados.

El aceite de neem es repelente de insectos dañinos como la mosca blanca, mosquitos, pulgones, ácaros, y gorgojos; así como también, para reforzar las cosechas contra roya, botritis, mildiu y filoxera. El aceite de neem hace que el sabor de las plantas sea más amargo, así las plagas no las comerán, empleándose como insecticida de contacto.

Los cultivos comestibles de vegetales no se contaminan cuando se utiliza aceite de neem. La azadiractina también interrumpe la transición de los insectos entre sus diferentes estados de metamorfosis, como el paso de larva a crisálida. Impide que los insectos desarrollen un exoesqueleto más duro, y que se reproduzcan. Cuando el aceite es absorbido a través de las raíces de las plantas, actúa como un insecticida sistémico. Lo que implica que los cultivos no necesiten ser asperjados constantemente (Productos de Neem, 2008).

2.13 Métodos de control químico

Según FHIA (2007) entre los productos utilizados para el control químico del ácaro blanco (*P. latus*), en el cultivo de la berenjena china. Se utilizan productos a base de Spiromesifen, Vertimec y abamectinas.

2.14 Plagas

Plaga es un organismo que compite con el hombre por espacio, alimento o de alguna manera afecta la calidad de vida. Entre las plagas que afectan a los vegetales orientales están: Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Minador de la hoja (*Liriomyza* sp), Gusano del fruto (*Helicoverpa zea*), áfidos, ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) (Espinoza, 2007).

2.14.1 Artrópodos

2.14.1.1 Mosca Blanca (*Bemisia tabaci*)

La mosca blanca es un pequeño insecto de cuerpo amarillo pálido y alas blancas. El color predominante es blanco, porque sus alas cubren casi todo el cuerpo, la hembra generalmente es más grande que el macho (Muñiz, 2011).

Este insecto posee una boca en forma de pico, por medio de la cual chupa la savia de las plantas debilitándolas. Pero su principal daño en berenjena y otros cultivos se debe a que trasmite virus de plantas enfermas a plantas sanas. Las plantas de berenjena enfermas por virus se encrespan (bordes de las hojas se doblan o enrollan hacia arriba, con coloraciones mezcladas verde y amarillo con diversos tonos. El enanismo ocurre cuando el virus llega a las plantas en sus primeros días de desarrollo. En este caso la producción del fruto es muy pobre, incluso la planta de berenjena puede no producir (Muñiz 2011).

2.14.1.2 Pulgones (*Aphis gossypii*)

Los pulgones son pequeños insectos de cuerpo blando, con y sin alas de diferentes colores, verde, marrón, rojizo o negros. Estos se alimentan de la savia. Los pulgones

con alas vuelan de una planta a otra y los que no tienen alas acostumbran a vivir en colonias o grupos y se alimentan y reproducen en la misma hoja (Flores & Ayala, 1983).

El daño puede ser directo y pueden afectar al cultivo si las poblaciones son muy altas, al extraer la savia en grandes cantidades, debilitando las plantas. La forma de daño indirecta es por la transmisión de virus de plantas enfermas a plantas sanas, lo que puede causar pérdidas cuantitativas en los cultivos. Las plantas enfermas muestran hojas con áreas amarillas y verdes de diferentes tonalidades, abultamiento de las hojas, frutos deformes, Cuando la infección ocurre a edad temprana el rendimiento y la calidad de los frutos baja (OIRSA, 1999).

2.14.2 Nemátodos (*Meloidogyne* spp.)

Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo nódulos en las raíces; penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos “rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchites en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo (OIRSA 1999).

Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado y con cualquier medio de transporte de tierra. Además, los nemátodos interaccionan con otros organismos patógenos, de manera activa (como vectores de virus), y de manera pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado (Saunders & Andrew, 1983).

2.14.3. Ácaros

Los ácaros son pequeños artrópodos, diversos y abundantes en la naturaleza. Actualmente se han identificado más de 30.000 especies, estos se encuentran en casi todos los ecosistemas. Para su desarrollo pasan por los estados de huevo, larva, pupa y adulto, las larvas poseen tres pares de patas; estos causan serios daños a los cultivos, disminuyendo la producción de estos (Infosur, 2011).

2.14.3.1 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

Esta plaga se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones, punteaduras o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación, ésta plaga afecta también a el cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris*) y sandía (*Citrullus vulgaris*) y muchos otros cultivos. Es uno de los ácaros más cosmopolita que con niveles altos de plaga pueden producirse daños en los frutos (González, 2004).

2.14.3.2 Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*)

Esta especie es reconocida como muy destructiva, distribuyéndose en África, Australia, Asia, toda América y las islas del pacífico; el acaro blanco (*P. latus*) es una especie pequeña de color blanco nacarado, brillante que forma colonias abundantes en el envés de las hojas, de las cuales prefiere las completamente desarrolladas, aun desarrollándose fisiológicamente (Dorestes, 1988).

Esta plaga afecta principalmente en época seca. Los ácaros prefieren para su desarrollo los tejidos tiernos, situándose en el envés de las hojas, donde encuentran las condiciones climáticas óptimas de humedad, sombra y alimentos necesarios. En estas condiciones de altas temperaturas, humedad y ambiente sombreado, se multiplica con gran rapidez. A los 25°C el desarrollo de una generación de estos ácaros, es de cuatro y cinco días. En invierno la duración total del desarrollo es de siete a diez días, según el clima; los ácaros tienen un ciclo de vida muy corto con un tiempo de generación 16-18 días, este ciclo de vida con elevadas temperaturas se acorta. Presentan huevo, larva, ninfa y adulto. Los adultos pueden durar 12-23 días, la fecundidad es de 20-30 huevos/hembra, lo que provoca que una vez establecidas las colonias en los cultivos son capaces de reproducirse y causar mucho daño en poco tiempo (VIFINEX-OIRSA, 1999).

Según Morales (2008), el ácaro macho es producido por reproducción asexual y las hembras por reproducción sexual, durante su desarrollo pasan por los estados de huevo, larva y adulto. El estado de pupa, en realidad corresponde a una fase

quiescente, en la cual el estado ninfal se desarrolla en el interior de la cutícula larval, los huevos son traslúcidos y de forma elíptica.

El ácaro blanco se encuentra durante todo el año en la plantación, pero de septiembre a enero, sus poblaciones son muy bajas y se localizan en órganos jóvenes que brotan fuera de los ciclos fundamentales de la planta. Los periodos favorables, en (3 momentos), febrero - marzo, abril - mayo y julio - agosto, con máximos en marzo, abril y mayo y están muy relacionados con los índices de rotación de las plantas y estas con la distribución y cantidad de lluvia (Rojas, 2002).

Los estados inmaduros tienen una coloración blanco perlado y traslúcido, en forma de pera. Posteriormente los adultos van tomando una coloración amarilla, y miden aproximadamente 1.5mm de longitud, mostrando sus patas posteriores como atrofiadas (sin movilidad). Las hembras poseen un cuerpo fuertemente convexo dorsalmente, mientras que los machos son comprimidos lateralmente (Dorestes, 1988).

El desarrollo del ácaro blanco es muy rápido, las hembras ponen los huevos aisladamente, en el envés de las hojas terminales y ovipositan un promedio de tres huevos por día en un periodo de 12 días. El ciclo de huevo a adulto con capacidad de ovipositar, es de 3 a 4 días; de tal manera que en dos semanas puede desarrollar tres generaciones en el campo, lo que eleva con mucha rapidez su población y capacidad de daño (Rojas, 2002).

Los primeros síntomas se aprecian como un rizado de los nervios en las hojas apicales y brotes, con curvaturas en las hojas más desarrolladas. El daño comienza a los pocos días de germinar el cultivo, alimentándose de las partes en crecimiento como las yemas terminales y los brotes, que es donde más inciden y donde mejor se localizan los daños, provocando su deformación. Cuando las poblaciones son altas y los ataques intensos, la planta detiene su crecimiento, se produce el aborto de las flores y los frutos resultan deformados y de poca calidad (González, Barrios Sanromá, Rovesti, & Santos Palma, 2006)

Los métodos de control pueden ser medidas preventivos y culturales, estos consisten en eliminar restos de cultivos o malezas. En parcelas con antecedentes de ácaros, tratar estructuras y suelo antes de realizar una nueva plantación. Vigilar los estados de crecimiento de las plantas (Gonzáles, Barrios Sanromá, Rovesti, & Santos Palma, 2006).

Para el control químico se debe tratar en los primeros síntomas procurando llegar a las partes de la planta donde la plaga se desarrolla, y se deben realizar los tratamientos de forma localizada a focos, si estos están bien delimitados; es recomendable repetir las aplicaciones al cabo de unos cinco a seis días, ya que los huevos no son susceptibles a la acción de algunos acaricidas (Espinoza, 2007).

La agricultura orgánica es usualmente considerada una alternativa para mejorar la calidad de vida de los productores, primero disminuye la dependencia respecto de los pesticidas químicos, la aplicación de productos orgánicos protege el conocimiento sostenible de la agricultura (Bazan, 2008).

2.15 Enfermedades que atacan a la berenjena

Entre las enfermedades que afecta al cultivo se tienen: Agallas de las raíces, Fusariosis, Marchitez bacteriana o Moco de la berenjena, Virosis, entre otros (FHIA, 2007).

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Definición del problema y justificación del trabajo

En la actualidad, la berenjena (*S. melongena*) ha sido introducida en varias partes del mundo para su cultivo con fines alimentarios. Esta es una planta herbácea que pertenece a la familia de las Solanáceas, es poco exigente con los suelos, pero se adapta mejor a suelos francos y profundos, y a una temperatura de 23-25 grados centígrados.

Se trata de un cultivo relativamente nuevo en éstas áreas, hace aproximadamente unos seis años, en el municipio La Blanca, se introdujo, por parte de la fundación AGIL, ellos motivaron para que los productores sembraran los denominados cultivos orientales, que incluyen, berenjena (*S. melongena*), okra (*Abelmoschus esculentus*), cundeamor (*Momordica charantia*), pepino peludo (*Benincasa hispida*) y bangaña (*Lagenaria siceraria*). Toda la producción tiene mercado extranjero, por lo cual muchas personas decidieron dedicarse a la siembra de estas hortalizas.

Los cultivos orientales han sido adaptados a la zona recientemente; por lo cual los productores aún no cuentan con suficiente información sobre el control de insectos, ácaros y enfermedades, debido a ello utilizan químicos que han usado en otros cultivos; esta práctica les ha dado resultados positivos, pero el mercado internacional es estricto sobre la aplicación de productos químicos residuales, los cuales causan daño al ambiente y a los seres humanos.

Por ser la berenjena uno de los cultivos con mayor comercialización y con un área de producción amplia, se tiene que dar manejo adecuado para el control de plagas. El ácaro blanco (*P. latus*) es de gran importancia económica por las pérdidas que ocasiona, especialmente en época seca debido a que las condiciones climáticas favorecen su desarrollo y las poblaciones aumentan.

En los vegetales orientales y en particular en la berenjena china, los ácaros son una de las plagas que limitan la producción, perjudicando directamente la calidad de la fruta. El control de este ácaro se dificulta debido a que en condiciones de altas temperaturas y baja humedad relativa, se reproducen en períodos cortos de tiempo (3 a 4 días).

Por lo cual los productores hacen aplicaciones de acaricidas cada cuatro días. Otra dificultad en el manejo de los ácaros es que no se detectan a simple vista, y los productores se percatan de su presencia hasta observar daños en el follaje y en los frutos, momento en el cual ya hay pérdidas económicas, las poblaciones se han incrementado y los productos para su control son limitados.

El manejo se realiza solamente con productos químicos, y muchas veces sin un control racional, se estudiará el control de ácaro por medio de control químico y orgánico, para evaluar cuál es más efectivo para controlar esta plaga y así poder agregarlos al plan de manejo integral de plagas.

Las pérdidas que presenta el ácaro blanco en la producción de berenjena en el municipio la Blanca es aproximadamente del 20% de la producción, lo cual equivale a 8 toneladas por año, siendo esto una pérdida significativa para los productores.

Justificación

El cultivo de berenjena (*S. melongena*) genera divisas a los pobladores del municipio La Blanca Ocós San Marcos, ellos se dedican a la producción de los cultivos orientales, para satisfacer los requerimientos de los países que importan dichas hortalizas.

Para el control de plagas y enfermedades no basta aplicar químicos, esta práctica puede tener control satisfactorio al inicio; sin embargo con el tiempo puede ocasionar más problemas, como resistencia de los artrópodos a métodos de control químico, contaminación al ambiente, daños residuales. Por lo que es necesario su manejo correcto y para ello existen otras prácticas de control diferentes al químico, que ayuda

a contrarrestar los daños de estos enemigos de los cultivos y que no dañan la salud de los humanos ni al medio ambiente.

Para contrarrestar los daños causados por el ácaro blanco (*P. latus*) es importante identificar productos acaricidas con diferente modo de acción, de tal manera que los productores dispongan de diferentes productos eficaces para el control de la plaga y así poder rotarlos para evitar el desarrollo de resistencia.

Por ser cultivos de exportación no se debe utilizar cualquier producto, por lo tanto se necesita buscar alternativas para el control de esta plaga, y para ello se utilizó productos orgánicos como el azufre, extracto de neem (*Azadirachta indica* A.Juss) y los productos químicos que los productores han utilizado hasta el momento para hacer una comparación entre ellos. Para la presente investigación se propuso utilizar Abamectina, y Deltamethrin Triazophos como ingredientes activos de los productos químicos.

IV. OBJETIVOS

4.1 General:

- Comparar el efecto de dos acaricidas químicos y dos orgánicos para el control de ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus*) en el cultivo de berenjena (*S. melongena*, Solanaceae) en el municipio La Blanca, San Marcos.

4.2 Específicos:

- Determinar la densidad poblacional de ácaro blanco (*P. latus*) en el cultivo de berenjena (*S. melongena*) después de los tratamientos.
- Cuantificar el número de frutos aptos para la exportación para cada tratamiento en la producción de berenjena (*S. melongena*).
- Determinar si hay diferencia significativa entre los tratamientos para medir el rendimiento en kg/ha en el cultivo de berenjena (*S. melongena*).
- Determinar la influencia de los tratamientos sobre la relación beneficio/costo.

V. HIPÓTESIS

5.1. Hipótesis alternativa

Ha. 1: Al menos uno de los cuatro productos que se utilizarán para el control de acaro blanco (*P. latus*) mostrará diferencia estadística significativa sobre la densidad poblacional.

Ha. 2: Por lo menos uno de los tratamientos tendrá diferencia en el número de frutos aptos para exportación de berenjena (*S. melongena*).

Ha. 3: Al menos un tratamiento presentará una diferencia significativa en el rendimiento en kg/ha de berenjena (*S. melongena*).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Localización

La presente investigación se realizó en el municipio La Blanca, departamento de San Marcos. Este municipio colinda al Oriente con Pampas El Palmar, al Occidente con el río Naranjo, al Norte con el Municipio de Coatepeque, Quetzaltenango y al Sur con la Finca California. Geográficamente se localiza en las coordenadas: 14°34'30" latitud Norte y 92°09'40" longitud Oeste. La altura sobre el nivel del mar oscila entre los 5 y 8 metros.

6.2 Condiciones climáticas

El clima es cálido, sin estación fría bien definida. La zona de vida se encuentra en la formación de bosque tropical húmedo según Holdridge, (1967) citado por Argueta, (1990). La temperatura promedio anual es de 28°C, con máximas promedio de 36°C y mínima promedio de 20°C. La precipitación media anual es de 1,303 mm / anuales. Se marcan dos épocas bien definidas, la de lluvia comprende del mes de mayo a noviembre, contando con un promedio de 72 días al año. La época seca está comprendida de abril a noviembre lo que implica un requerimiento de riego para 6 meses. La humedad relativa promedio anual es de 74% (Argueta, 1990).

6.3 Suelos

Los suelos del municipio "La Blanca" están desarrollados sobre aluviones cuaternarios, pertenecen a la división fisiográfica de suelos del litoral del pacífico y en su mayor parte a la serie Tiquisate. Ocupan relieves casi planos, con un declive de 1%. Son suelos profundos con textura mediana (francos, franco limoso y franco arenosos), la estructura más generalizada es la de bloques sub angulares medianos a moderadamente desarrollados, con una consistencia de suave a friable. El color de estos suelos es gris a pardo y en condiciones húmedas pardo grisáceo a pardo oscuro (Simmons, 1959)

6.4 Material Experimental

6.4.1 Material vegetal:

Para efectos de la investigación se utilizaron berenjenas (*S. melongena*) de variedad china con parcelas experimentales, lo cual se detalla en el inciso 6.9.

6.4.2 Productos acaricidas

En la evaluación se utilizaron cuatro productos acaricidas para contrarrestar los daños causados por el acaro blanco (*P. latus*), se utilizaron dos productos orgánicos: extracto de neem y un acaricida a base de azufre, también dos productos químicos: Abamectina y Deltametrin Triazhupos. Se utilizó un testigo absoluto, al cual no se le aplicó productos acaricidas, con la finalidad de comparar el efecto de los acaricidas.

6.5 Factor a estudiar:

El factor que se evaluó fue:

- Productos acaricidas

En el cuadro seis se encuentran los tratamientos evaluados:

Cuadro No. 6: Tratamientos a evaluar

Tratamiento No.	Producto
1	Abamectina 1.8 E.C.
2	DeltametrinTriazhupos 21,2 E.C.
3	Azufre micronizado 80% WP
4	Extracto de neem 0,003 SC
5	Testigo

Fuente: La autora

6.6 Descripción de los tratamientos:

Se evaluaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones, para conocer cuál de ellos tiene mayor efecto acaricida, y mejor control poblacional de ácaro blanco (*P. latus*), a niveles por debajo del umbral económico (tres ácaros por hoja).

➤ Tratamiento 1: Abamectina

Esta contiene propiedades acaricidas e insecticidas que actúa por contacto y en forma traslaminar, lo que interrumpe su fisiología y metabolismo, como consecuencia pierde la capacidad de crecer y mudar así como ovipositar. En caso de huevos, estos no logran eclosionar por la ausencia de biosíntesis de lípidos (Bayer, 2009).

La dosis de aplicación fue de es de 0.5 litros por ha, con un intervalo de aplicación de 7 días, para un total de 22 aplicaciones durante toda la investigación, las aplicaciones se iniciaron siete días después del trasplante y finalizó 21 días antes de la cosecha.

➤ Tratamiento 2: Deltamethrin Triazophos

Este tiene función acaricida y modo de acción por contacto, ingestión y sistémico (Yaxón, 2009).

Dosis 1.5 litros por ha, con intervalo de aplicación de 7 días, para un total de 22 aplicaciones durante toda la evaluación.

➤ Tratamiento 3: Azufre micronizado

Es un producto de tipo orgánico y actúa como fungicida, acaricida e insecticida, además de formar parte en los procesos de desarrollo de las plantas por ser un nutriente considerado dentro de los macro elementos requerido por los cultivos para su producción.

La dosis utilizada fue de 0.75 litros por ha, con intervalo de aplicación de cinco días, para un total de 32 aplicaciones durante la evaluación. Las aplicaciones se realizaron siete días después del trasplante hasta la última semana de cosecha.

➤ **Tratamiento 4: Extracto de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss)**

Este producto controla plagas en una forma sana y económica, en comparación a los plaguicidas químicos sintéticos (NRC, 1992; Norten, 1999).

Este producto se aplicó a concentración de 1 litro de producto comercial por 100 litros de agua, con frecuencia de aplicación de cinco días, para un total de 32 aplicaciones durante toda la evaluación.

Cuadro 7: Tratamientos evaluados y dosis

NO. TRATAMIENTO	DOSIS	CONTROLA
1 Abamectina 1.8 E.C.	0.5 l/ha	Ácaros e insectos.
2 Deltamethrin Triazophos 21,2 E.C.	1.5 l/ha	Ácaros.
3 Azufre (S) 80% WP	0.75 l/ha	Hongos, ácaros e insectos.
4 <i>Azadirachta indica</i> 0,003 SC	1 l/ha	Plagas.
5 Testigo	Sin aplicación	-----

Fuente: La autora

6.7 Diseño Experimental

El diseño utilizado fue bloques al azar con 5 tratamientos y cuatro repeticiones para un total de 20 unidades experimentales.

6.8 Modelo Estadístico

El modelo lineal es:

$$Y_{ij} = U + T_i + B_j + E_{ij} \text{ (Alvizurez, 2007).}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta en la j -ésima repetición del i -ésimo tratamiento

U = Media general

T_i = Efecto del tratamiento

B_j = Error aleatorio, del j – esimo bloque

E_{ij} = Error asociado a cada unidad experimental

6.9 Unidad Experimental:

- La distancia de siembra fue de 1.5 metros entre surco por 1.20 metros entre plantas, cada parcela la constituyeron 4 surcos de 5 plantas cada uno.
- Entre calles se dejó 2 metros para evitar la interferencia de un tratamiento con otro.

Cada parcela bruta mide 6 metros de ancho por 6 metros de largo haciendo un total de 36.00 m^2 por parcela, para evitar el efecto de borde, se eliminó un surco de cada orilla y de cada extremo. La parcela neta fue de 6 plantas, comprendida en un área de 10.8 m^2 .

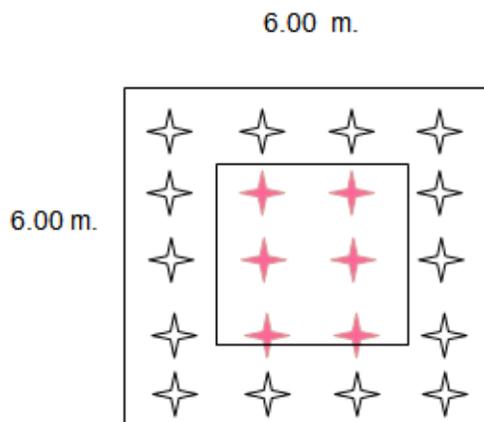


Figura 2: Unidad experimental

6.10 Croquis de campo

El croquis de campo ayuda a representar la forma ilustrativa para saber cómo estarán distribuidos nuestros tratamientos en el campo (Ver anexo fig. 5).

6.11 Manejo del Experimento:

6.11.1 Preparación del terreno

Para la preparación de suelo se utilizó arado y rastra, para que este obtuviera las condiciones adecuadas antes de la siembra, con la preparación del terreno se mejora la aireación, drenaje y facilita las labores culturales.

6.11.2 Trasplante

El trasplante se realizó a los 30 días después de germinar, al momento del trasplante el suelo presentaba las condiciones óptimas de humedad. Al momento del trasplante se le colocó una estaca en cada plántula, esto con el objetivo que le sirviera como apoyo o sostén.

6.11.3 Control de malezas

Se realizó antes de cada fertilización en forma manual ya que estas compiten con el cultivo por luz, agua, espacio y nutrientes.

6.11.4 Tutorado

El tutorado se realizó entre los 40 días después de la siembra, para evitar que el fruto se dañara con el peso. En el tutorado se utilizaron estacas distanciadas cada tres metros en dirección del surco.

6.11.5 Poda y deshije

Se realizó a los 25 días después del trasplante; eliminando todas las hojas viejas y los primeros hijos. A los 45 días, se repitió el deshije; después se continuó con la poda de saneo con un intervalo de 15 días.

6.11.6 Plan fitosanitario

Este plan se realizó con diferentes productos, con el objetivo de contrarrestar los daños que causan las plagas en el cultivo.

Cuadro 8: Control fitosanitario de plagas en el cultivo de berenjena

CONTROL FITOSANITARIO			
Plaga		Producto	
Nombre común	Nombre científico	Nombre comercial	Ingrediente activo
Áfidos	<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i> y otras	Actara 25 WG	Thiamethoxam
		Confidor 70 WG	Imidacloprid
		Monarca 11.25 SE	Thiacloprid+Beta Cyflutrina
		Vydate 24 SL	Oxamil
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Lorsban 48 EC	Chlorpyrifos
Minador de la hoja	<i>Liriomyza</i> spp.	Vertimec 1.8 EC	Abamectin
		Arrivo 20 EC	Cypermethrina
Tortuguilla	<i>Diabrotica</i> spp.	Karate Zeon 2.5 CS	Lambda-cihalotrina 2.5%
Larvas de Lepidópteras	Varias especies	Match 5 EC	Lufenuron
		Spinoace	Spinosad A, D
		Curyon 55 EC	Profenofos y Lufenuron
Plagas del suelo	<i>Phyllophaga</i> sp, <i>Aeolus</i> sp. y otras especies, <i>Scutigerella immaculata</i> , nemátodos	Counter 15 G	Terbufos 15%
		RootShield® WP	Trichoderma harziarum
Hongos fitopatógenos	<i>Fusarium</i> spp.	Subsol 0,08® SC	Bacillus subtilis

Fuente: La autora

6.11.7 Riego

El riego se realizó por goteo con frecuencias de 5 días, este se generalizo para todos los tratamientos, siempre con el cuidado de no producir encharcamientos, para evitar problemas de hongos en el cultivo.

6.11.8 Fertilización

La fertilización se realizó con apoyo del análisis de suelo que se le realizó en el área donde se estableció esta investigación.

6.11.9 Cosecha

Se inició a los 60 días después del trasplante con una frecuencia de 2 veces por semana durante un periodo de 16 semanas.

6.12. Variables de Respuesta

a) Densidad poblacional por hoja de ácaro blanco (*P. latus*) en el cultivo de berenjena (*S. melongena*)

Para determinar la densidad poblacional, se realizó muestreos del ácaro blanco en las hojas de la planta de berenjena; estos muestreos se realizaron en las parcelas netas de cada tratamiento, tomando en cuenta un registro de los datos obtenidos.

Los muestreos se realizaron antes de la aplicación y 3 días después de la aplicación de los productos acaricidas, para registrar el número de ácaro blanco presentes y así registrar la efectividad de los productos, esto expresado como porcentaje del control.

b) Número de frutos aptos para la exportación

Se clasificaron los frutos que no fueron dañados por ácaro blanco, para tener un registro de la efectividad de los productos acaricidas por cada tratamiento.

Los frutos de exportación se clasificaron según índices de calidad establecidos, color y tamaño específicos para cada mercado al que se exporta, y libres de daños por acaro.

c) Rendimiento en kg/ha

Se tomó el peso en kilogramos de los frutos sanos, de cada tratamiento para obtener el rendimiento total de la investigación.

d) Relación beneficio/costo para cada tratamiento

Se determinó la relación beneficio/costo de cada uno de los tratamientos evaluados.

6.13 Análisis de la información

6.13.1 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se tomó en cuenta el modelo bloques al azar para las variables rendimiento; densidad y número de frutos para cada tratamiento se hizo un análisis de varianza a significancia del 5%; y la comparación entre los tratamientos mediante la prueba de medias según Tukey.

6.13.2 Análisis económico:

El análisis económico es un factor muy importante en la agricultura, se considera validos los tratamientos si y solo si, satisface los criterios de eficiencia técnica y eficiencia económica, bajo las condiciones del agricultor que los utilizará, para ello se toma el indicador económico beneficio/costo para evaluar de manera económica cada tratamiento.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Densidad poblacional de ácaro (*P. Latus*)

La densidad poblacional del ácaro blanco (*P. latus*), fue superior al umbral establecido (3 ácaros por hoja), en todos los muestreos realizados antes de la aplicación de los tratamientos. En el cuadro 9 se puede observar los promedios generales al final de la investigación.

En el muestreo realizado a los tres días después de la aplicación, se pudo observar que la densidad poblacional disminuía de manera significativa, hasta el nivel del umbral económico, pero después la población se reactivaba hasta alcanzar los promedios dados.

Otra particularidad observada, fue que la poda de saneo también ayudo a disminuir la densidad poblacional del ácaro blanco (*P. latus*), por lo cual se concluye que los productos que mantuvieron en menor densidad poblacional al ácaro en estudio, fueron el tratamiento de Deltametrin y el tratamiento a base de azufre.

Cuadro 9: Promedio de ácaros/hoja antes y después de la aplicación de los acaricidas.

TRATAMIENTO	PROMEDIO ACARO/HOJA (Antes de aplicación)	PROMEDIO ACAROS/HOJA (3 días después aplicación)	% de control
Abamectina	16	7	56
Deltametrin	10	3	70
Azufre	12	4	66
Neem	14	9	35
Testigo	20	---	---

Fuente: La autora (2014)

El acaricida que presento un alto control fue Deltametrin con un 70% y el de menor eficacia fue el extracto de Neem con un 35%, ningún acaricida mantuvo un control por

debajo del umbral económico, esto debido a las condiciones climáticas del área en investigación, ya que presenta temperaturas medias mayores a 28 grados, lo cual favorece la reproducción del ácaro (*P. latus*), acortando su ciclo de vida.

La figura 3 detalla las fluctuaciones de las poblaciones de ácaro en cada uno de los muestreos, el que mayor población tuvo fue como era de esperarse el testigo, en el cual no se aplicó ningún acaricida, teniendo un promedio en una ocasión de 32 ácaros por hoja, junto con el tratamiento de Abamectina y el de Neem, que presentaron promedios altos, los que mostraron una densidad poblacional baja fueron el tratamiento de Deltametrin junto con el de Azufre. Las líneas muestran la tendencia de la media de la densidad poblacional de (*P. latus*), para cada tratamiento utilizado en el cultivo de berenjena (*S. melongena*).

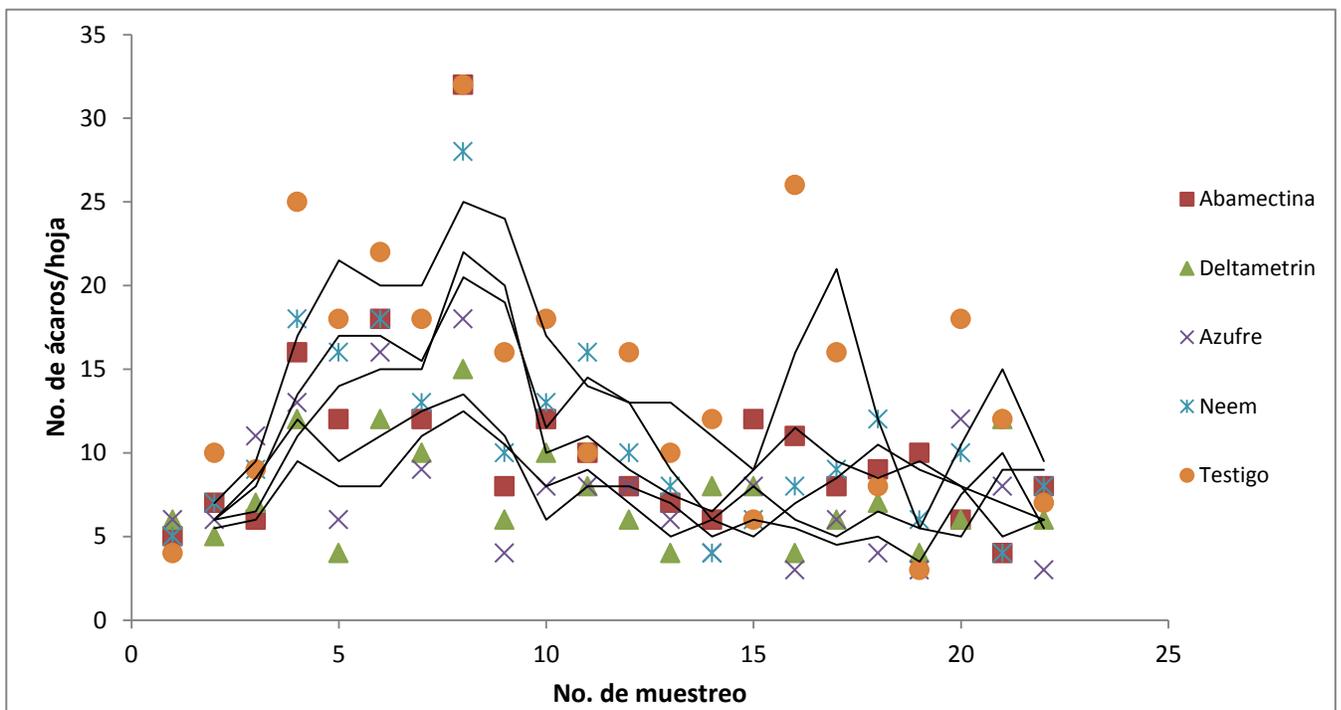


Figura 3: Grafico de la densidad poblacional de ácaro (*P. latus*), La Blanca, San Marcos.

7.2 Número de frutos aptos para exportación

Los datos del número de frutos aptos para exportación por hectárea se presentan en el cuadro 10; donde se presenta además el promedio por cada tratamiento, como sigue:

Cuadro 10: Número de frutos de berenjena por hectárea para exportación, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
Abamectina	232049	203059	198407	178551	203017
Deltametrin	274755	307050	303496	262400	286925
Azufre	285454	202726	257492	284872	257636
Neem	188124	208180	219072	249809	216296
Testigo	87443	128452	137288	95754	112234

En el cuadro se puede ver que el mayor dato promedio obtenido fue en el tratamiento donde se utilizó el Deltametrín como acaricida, seguido por el Azufre. El menor ocurrió como era de esperarse en el tratamiento que sirvió como comparador, donde no se aplicó ningún producto acaricida.

El no utilizar acaricida, afecta la producción en frutos, esto debido a que *P. latus* absorbe la sabia de la planta ocasionando que la planta presentará marchitez y no se pudiera llevar a cabo el proceso de floración y fructificación, debido al daño de las hojas.

Para determinar la significancia del efecto de los diferentes acaricidas en el control del ácaro blanco, se hizo el análisis de varianza a los datos del cuadro 10, reportando los siguientes resultados:

Cuadro 11: Análisis de varianza, para el número de frutos de berenjena por hectárea para exportación, en la comparación del efecto de acaricidas, La Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	4	70787633397.30	17696908349.32	19.81	0.000 *
Bloque	3	474506572.55	158168857.51	0.17	0.909 ns
Error	12	10715426222.70	892952185.22		----
Total	19	81977566192.55			----

C. V. = 13.88 %

El cuadro anterior muestra que existió diferencia significativa en el efecto que provocan los diferentes productos acaricidas sobre el control del ácaro blanco, en la producción del fruto de berenjena. El valor de probabilidad reportado no supera el 5% o 0.05; lo cual indica que al menos uno de los productos tiene mejor efecto en relación a los demás comparados. El coeficiente de variación es adecuado.

Considerando lo anterior, se hace necesario completar el análisis con una prueba múltiple de promedios, utilizando siempre un nivel de significancia del 5%. Este análisis se presenta en el cuadro 12:

Cuadro 12: prueba de Tukey al 5%, para para Número promedio de frutos de Berenjena por hectárea para exportación, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
Deltametrin	286,925.25	A
Azufre	257,636.00	A
Neem	216,296.20	B
Abamectina	203,016.50	B
Testigo	112,234.50	C

Alfa =5% Tukey = 67,385

Según el resultado de la prueba de Tukey, se puede ver que el tratamiento con mayor rendimiento por hectárea para exportación fue el Deltametrín con 286,925 frutos, seguido por el Azufre, con 257,636. Ambos reportados con la misma literal; es decir que los dos productos, provocan el mismo efecto acaricida en berenjena, bajo condiciones del municipio de La Blanca, San Marcos.

7.3 Rendimiento de berenjena expresado en kilogramos/ha.

Para apoyar la variable anterior se midió el rendimiento de la berenjena, ahora expresado en kilogramos por hectárea, cuyos datos obtenidos se presentan en el cuadro 13, como sigue:

Cuadro 13: Kilogramos por hectárea de frutos para exportación, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

Tratamiento	I	II	III	IV	PROMEDIO
Abamectina	27750	25071.56	23638.9	20290	24187.615
Deltametrin	32865.33	37909.1	35290.41	32000.22	34516.265
Azufre	34164.19	25039.78	31788.73	34747.48	31435.045
Neem	21874.99	25731.19	25180.56	28404.03	25297.693
Testigo	10461.71	15865.32	15086.5	10747.48	13040.253

En este cuadro se presentan los datos y el promedio por cada tratamiento notándose que en el tratamiento con Deltametrín fue el que produjo un mayor rendimiento, con 34,516.265 kilogramos por hectárea, seguido por el Azufre, con 31, 435.045 kilogramos; presentando la misma tendencia que la variable número de frutos para exportación.

A los datos, también se les realizó un análisis de varianza, para establecer el mejor tratamiento, estadísticamente. Los resultados de éste análisis se presentan en el cuadro 14, como sigue:

Cuadro 14: Análisis de varianza, para los kilogramos por hectárea de frutos para exportación, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	4	1093342116.72	273335529.18	21.53	0.000 *
Bloque	3	2935151.37	978944.0	0.07	0.971 ns
Error	12	152280636.86	12,689,749.0		----
Total	19	1248557904.95			----

C. V. = 13.86 %

Se puede apreciar en el cuadro del análisis de varianza, que como se esperaba, si existió diferencia estadística significativa entre el efecto de los diferentes tratamientos acaricidas comparados en el presente estudio. Como se mencionó anteriormente, al ser complemento de la variable número de frutos para exportación; la tendencia se mantiene. El coeficiente de variación es adecuado.

Por existir significancia para tratamientos, se procedió también a efectuar la respectiva prueba múltiple de promedios, para establecer el de mejor resultado y posterior recomendación, como se puede apreciar en el cuadro 15.

Cuadro 15: Prueba de Tukey al 5%, para para los Kilogramos promedio de frutos de Berenjena por hectárea para exportación, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
Deltametrin	34,516.26	A
Azufre	31,435.04	A
Neem	25,297.69	B
Abamectina	24,187.67	B
Testigo	13,040.25	C

Alfa =5% Tukey = 8032.9136

Del cuadro 15, se desprende que el Deltametrin y el Azufre, fueron los tratamientos que mejor resultado dieron, para esta variable. Pudiendo utilizarse en su momento el que resulte más económico; ya que agronómicamente fueron iguales.

Esto concuerda con lo visto en campo, donde las plantas que menos se vieron afectadas por ácaros fueron las del tratamiento de Deltametrin y el Azufre; mientras que el testigo presentó daños severos en los frutos, lo que disminuyó drásticamente su rendimiento.

7.4 Pérdida de frutos por ácaro (número de frutos/ha)

Uno de los rubros de importancia en el cultivo de berenjena, es cuantificar las pérdidas de frutos por diferentes causas; en el siguiente cuadro se presenta específicamente la pérdida por daño de ácaro, obtenidas en el presente estudio. Datos presentados en el cuadro 16.

Cuadro 16: Número de frutos de berenjena perdidos por hectárea, por daño de ácaro, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

Tratamiento	I	II	III	IV	PROMEDIO
Abamectina	58460	60938	66287	50297	58,996
Deltametrin	22363	34118	17647	24699	24,707
Azufre	31129	30145	24815	35674	30,441
Neem	36649	46566	36986	59347	44,887
Testigo	32634	54219	43772	38758	42,346

En este cuadro se puede ver que el tratamiento con mayor número de frutos perdidos por daño de ácaro es donde se aplicó Abamectina, con 58,996; seguido de la aplicación de Neem con 44,887 frutos.

Donde existió menos pérdida fue en el Deltametrín, con solamente 24,707 frutos.

A los datos se les aplicó un análisis de varianza, para establecer si existe diferencia significativa para cada tratamiento, como se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17: Análisis de varianza, para número de frutos de berenjena perdidos por hectárea, por daño de ácaro, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	4	2860396544	715099136	12.4835	0.001 *
Bloque	3	241385472	80461824	1.4046	0.289 ns
Error	12	687403008	57283584		----
Total	19	3789185024			----

C. V. = 18.79 %

Según resultados del cuadro 17 se ve que si existe diferencia estadística significativa para tratamientos; lo que nos indica que hubo efecto diferenciado entre ellos, para el número de frutos perdidos por daño de ácaro. El coeficiente de variación también es adecuado.

En el cuadro 18 se muestra el resumen de la prueba de promedios, utilizando el comparador de Tukey al 5%; para determinar en qué tratamiento se produce mayor y menor pérdida por daño de ácaro.

Cuadro 18: Prueba de Tukey al 5%, para el número de frutos de berenjena perdidos por hectárea, por daño de ácaro, en la comparación del efecto de acaricidas.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
Abamectina	58,995	A
Neem	44,887	A
Testigo	42,345	A
Azufre	30,440	B
Deltametrin	24,706	B

Alfa =5% Tukey = 17,067.17

Se aprecia en el cuadro 18, que para el tratamiento de Deltametrin, se produce la menor pérdida; con resultados estadísticamente iguales con el Azufre.

Los tratamientos de Abamectina, Neem y el testigo presentaron pérdidas estadísticamente iguales, con lo que se puede establecer una relación directa con la densidad poblacional de ácaros/hoja (cuadro 9), ya que estos fueron los tratamientos que presentaron una densidad poblacional mayor al umbral económico. Es decir que a mayor densidad de ácaros, los daños causados por estos serán mayores.

La pérdida de frutos por daño de ácaro, medido en Kilogramos por hectárea; datos recabados como complemento de la investigación, así como su análisis, se presentan en el anexo (cuadro 30, 31 y 32); en los cuales se puede ver que la mayor pérdida en peso se presentó al aplicar Abamectina; con datos iguales estadísticamente iguales cuando se aplicó el Neem. La menor pérdida la reportó el tratamiento con Deltametrín.

7.5 Pérdida de frutos por otras CAUSAS (Número de frutos/Ha)

Existen otras causas por las cuales ocurren pérdida de frutos de berenjena; entre ellas se pueden mencionar el ataque de larvas, malformación de frutos, entre otras). En el cuadro 19, se presentan los datos obtenidos en la presente investigación, expresados en número de frutos por hectárea.

Cuadro 19: Número de frutos de berenjena perdidos por hectárea, por otras causas, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

Tratamiento	I	II	III	IV	PROMEDIO
Abamectina	21866	26117	23084	22633	23,425
Deltametrin	22363	37923	31761	21609	28,414
Azufre	27528	17527	27920	35616	27,148
Neem	29545	19174	28450	19733	24,226
Testigo	10460	18124	17907	14945	15,359

Se puede ver que la mayor pérdida se produjo en el tratamiento Deltametrín, seguido por la aplicación de Azufre. Donde menor pérdida ocurrió fue en el tratamiento que sirvió como testigo (sin aplicación de acaricida). Si bien es cierto que para este tratamiento ocurrió menor pérdida, también reportó una menor producción de frutos aptos para exportación.

Aunque se aprecia cierta similitud relativa en los resultados, se le aplicó un análisis de varianza, para tener certeza de esta afirmación; cuyo resumen del análisis se presenta en el cuadro 20.

Cuadro 20: Análisis de varianza, para el Número de frutos de berenjena perdidos por hectárea, por otras causas, en la comparación del efecto de acaricidas.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	4	416126976	104031744	2.7418	0.078 ns
Bloque	3	34810880	11603627	0.3058	0.822 ns
Error	12	455320576	37943380		----
Total	19	906258432			----

C. V. = 20.97 %

En efecto, el análisis muestra que no existió diferencia estadística significativa en el efecto de los tratamientos; es decir que en todos se da una pérdida similar, debido a otras causas. El coeficiente de variación se considera aceptable para este tipo de variable.

Se consideró como información complementaria para la presente investigación, la Producción total medida en número de frutos por hectárea; así también la producción total en kilogramos por hectárea, cuyos datos y análisis se presentan en el anexo

(cuadros 24, 25 y 26, para el número de frutos/ha. Cuadros 27, 28 y 29, para el peso total en kilogramos/ha).

Tanto para la producción total, en número de frutos/ha y el peso en Kg/ha; los tratamientos con mayores resultados fueron Deltametrin y Azufre.

7.6 Análisis económico

Se realizó un análisis de ingresos y costos, para determinar el indicador económico de Rentabilidad, esto para cada acaricida comparado para el control del ácaro blanco en berenjena, municipio de La Blanca, San Marcos, como se puede ver en los siguientes cuadros.

En el cuadro 21, se presentan los costos totales por hectárea para cada tratamiento.

Cuadro 21: Costos de producción por hectárea para cada tratamiento

ACARICIDA	COSTO/Ha "Q"
Abamectina	123,426.64
Deltametrin	124,469.14
Azufre	124,604.64
Neem	126,056.64
Testigo	111,396.33

En el cuadro 22 se presenta el resumen de Ingresos por hectárea, por la producción de berenjena, al finalizar el estudio y comercializar el producto obtenido.

Cuadro 22: Ingresos por tratamiento, en la aplicación de Acaricidas en Berenjena, La Blanca, San Marcos.

Tratamiento	Rendimiento kg/ha	Promedio de cajas/tratamiento	Precio/caja "Q"	Ingresos "Q"
Abamectina	24187.62	1773.28	104.22	184811.24
Deltametrin	34516.27	2530.51	104.22	263729.75
Azufre	31435.05	2304.62	104.22	240187.49
Neem	25297.69	1854.66	104.22	193292.66
Testigo	13040.25	956.03	104.22	99637.44

Finalmente, se presenta el cuadro resumen, donde se presentan los índices de Rentabilidad para cada tratamiento, como sigue:

Cuadro 23: Resumen de Costos, Ingresos y la relación beneficio/costo, para cada Acaricida utilizado.

TRATAMIENTO	COSTOS “Q”	INGRESOS “Q”	B/C
Abamectina	123,426.64	184,811.24	1.50:1
Deltametrin	124,469.14	263,729.75	2.12:1
Azufre	124,604.64	240,187.49	1.92:1
Neem	126,056.64	193,292.66	1.53:1
Testigo	111,396.33	99,637.44	1.10:1

En el cuadro 23 se ve que el acaricida que presento el mejor beneficio fue el Deltametrin, seguido del Azufre, en consecuencia, considerados como los más rentables al finalizar el estudio; coincidiendo con ser los tratamientos que mejor producción mostraron, tanto en el número de frutos aptos para exportación por hectárea producidos, como para el rendimiento en kilogramos por hectárea; variables más importantes en el presente estudio de investigación.

VIII. CONCLUSIONES

- La densidad poblacional de ácaro blanco en el cultivo de berenjena después de la aplicación de los tratamientos fue mayor al umbral económico establecido (3 ácaros/hoja); siendo el tratamiento de Deltametrin quien mantuvo las densidades a 3-6 ácaros por hoja, por lo cual fue el tratamiento con el mejor control acaricida en comparación al resto.
- Los tratamientos Deltametrin y Azufre presentaron diferencia significativa en comparación con el tratamiento de Abamectina y Neem para la variable número de frutos aptos para la exportación para cada tratamiento en la producción de berenjena. Los tratamientos que mostraron mayor pérdida de frutos por daño de acaro, fueron El Abamectina y el Extracto de Neem. Mientras que para la pérdida por otras causas (larvas, malformaciones y otras), no hubo diferencia estadística significativa para los acaricidas utilizados.
- Se determinó que si existe diferencia estadística entre los tratamientos evaluados para el control del acaro blanco (*P. latus*), en cuanto al rendimiento en kg/ha de berenjena, siendo el tratamiento Deltametrín el que produjo un mayor rendimiento, con 34,516.265 kilogramos por hectárea, seguido por el Azufre, con 31, 435.045 kilogramos.
- La relación beneficio/costo al utilizar los productos acaricidas fue mayor para el producto Deltametrin, siendo 2.12:1, seguida del Azufre con 1.92:1

IX. RECOMENDACIONES

- Se recomienda para el control del ácaro blanco (*P. latus*, Banks) en berenjena (*S. melongena*, L. Solanaceae), municipio La Blanca, San Marcos, que se utilice por sostenibilidad e impacto ambiental productos a base de Azufre micronizado, los cuales producen un buen control de este ácaro.
- Se recomienda elaborar un manejo integrado de plagas en el cual se incluya Deltametrin y Azufre, para el control de ácaro blanco (*P. latus*).
- Para obtener un mejor control del ácaro blanco, se debe de aplicar los productos acaricidas un día después de efectuadas las podas de saneo, así la densidad poblacional se mantiene debajo del umbral económico.
- Se recomienda para una siguiente investigación incluir la aplicación de agua como un tratamiento para el control de ácaro blanco (*P. latus*), así como aumentar el número de plantas a evaluar.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albillo, E. (25 de Octubre de 2012). Información sobre Cultivos Orientales. (E. Carreto, Entrevistador)
- Alvizures, M. S. (2000). Guía preliminar de clases para el curso de Investigación Agrícola de la ENCA. Escuela Nacional Central de Agricultura. Guatemala. Pág. 17-60.
- Argueta M. A. H. 1990. Diagnóstico del cultivo del plátano (*Musa paradisiaca* L.) con riego de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA) en el parcelamiento La Blanca, Ocos, San Marcos. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 54 p.
- Bayer, S. (2009). Panfleto Oberon 24 SC.
- Bazan, M. (2008). Productos orgánicos y desarrollo. Consultado 03 de Octubre de 2012, Disponible http://www.economiasolidaria.org/comercio_justo
- Childers, C., & Rodrigues, J. (2001). Estrategia de manejo para romper el ciclo del vector *orton.catie.ac.cr*. Consultado el 16 de Septiembre del 2012. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1764E/A1764E.PDF>
- Dias Tr. Salas J. (1995). Producción de hortalizas. Maracay Venezuela: Centro de Investigacion Agropecuaris del Estado de Lara. Pag. 208
- Dorestes. (1988). Acarología. Costa Rica: IICA Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- Espinoza, H. R. (11 de Septiembre de 2007). Plagas insectiles de los vegetales orientales. FHIA , pág. 46.
- FAO. (2002). Organización de las naciones unidas pata la agricultura y la alimentacion. Consultado el 03 de OCTubre de 2012, En línea: <http://www.fao.org/lnpho/content/documents/vlibrary//AE620s/BERENJENA.HTM>
- FAO. (2009). Glosario de Términos Fitosanitarios. FAO.
- FHIA, F. H. (2007). Producción de vegetales orientales en Honduras. Comayagua, Honduras: FHIA.
- Flores, G., & Ayala, C. (1983). Tomate, pimentón, aji y berenjena. 2 ed. . San José, Costa Rica: Fundación Servicio para el Agricultor.
- Fornaris, G. J, 2006, Conjunto Tecnológico para la producción de berenjena, Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez Colegio de

Ciencias Agrícolas Estación Experimental Agrícola Río Piedras, Puerto Rico
8-32p.

González. (2004). Guía práctica productos fitosanitarios. España: Agrotterra.

González, E. M., Barrios Sanromá, G., Rovesti, L., & Santos Palma, R. (2006). Manejo integrado de plagas. Cuba: Centro Nacional de Sanidad Vegetal.

Guerrero., A. S. (s.f.). Estadística Superior. Consultado el 07 de Septiembre de 2012.
En línea <http://cursos.aiu.edu/Estadistica%20Superior/PDF/Tema%202.pdf>

Hernandez, J. A. (2011). Avances de Investigación Agropecuaria. Michoacan, Mexico:
Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo.

Infosur. (2011). Fuente global de noticias e informaciones que vienen y hablan de América Latina y del Caribe. Consultado 03 de octubre d el 2012, Disponible :
infosurhoy.com/cocoon/saii/xhtml/es/features/.../2011/.../feature-02

Leal, E. O. (2008). “Uso de Neem para la elaboración artesanal de bioplaguicidas”.
INIFAP , Pg. 32.

López, E. (26 de octubre de 2009). “Producción de cultivos orientales en parcelamiento la blanca”. (P. LIBRE, Entrevista)

MAGA. (2003). Manual técnico de Agricultura Órgánica de Guatemala. Guatemala:
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación Guatemala.

MINECO (2009) Minec.gob. Consultado el 17 Agosto de 2012. Disponible en
línea:<http://www.minec.gob.sv/cajadeherramientasue/images/stories/fichas/guatemala/gt-berenjena.pdf>

Morales, G. (2008). Manual de Acarología/ Acarología básica y acaros de plantas cultivadas. Brasil: Holos Editora.

Morales Pinto, R. (2006). “Evaluación de cuatro densidades de siembra y tres niveles de fertilización orgánica en el cultivo de berenjena china”. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala. USAC.

Muñiz, R. (9 de Septiembre de 2011). Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Consultado el 03 de Octubre de 2012,
[www.hortalizas.com/articulo/26166/diversifica tus metodos de control de mosca-blanca](http://www.hortalizas.com/articulo/26166/diversifica_tus_metodos_de_control_de_mosca_blanca)

Norten, E. (1999), Neem. India's Miraculous Healing plant. Edited by Jean PutzwithKordula Werner and Deborah Straw, HealingArtsPress.Rochester, Vermont. Pág. 92

- OIRSA. (1999). Manual Técnico Buenas Prácticas de cultivo en Berenjena. Honduras : VIFINEX.
- Olivares S. E. 1989. Paquete de diseños experimentales FAUANL, versión 1.4 Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- Oliveira, H. G. (2010). Control ecológico de plagas por Cadena hortícola. Consultado 03 de Octubre de 2012, Disponible en: www.cadenahortofruticola.org/.../128control_ecologico_plagas_ham...
- Productos de Neem, S.A. (2008). www.productosdeneem.com . Consultado el 28 de Septiembre de 2012, de Disponible en <http://www.productosdeneem.com/about.htm>.
- Rodríguez, A. E. (28 de Septiembre de 1988). “Azufre de uso agrícola”. Colombia.
- Rojas, L. A. (2002). Contol biológico de ácaros fitopatógenos en diferentes cultivos. Consultado el 03 de Septiembre de 2012, Disponible en: www.aguascalientes.gob.mx/codagea/produce/acarbio.htm
- Salas, J. (1995). Producción de hortalizas (pág. 208). Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Lara. En T. Dias, Maracay, Venezuela.
- Saunders, J., & Andrew. (1983). Plagas en cultivos en América Central. En BS, C. King, & Vargas. Costa Rica: Turrialba.
- Simmons, C.H.; Tarano, J.M, PMM, J.A. 1959- Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona, Guatemala. José de Pineda Ibarra. p. 175-293
- Soler, J. A. (Agosto de 1994). Rediaf.net. Recuperado el 07 de Noviembre de 2012, de <http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/berenjena.pdf>
- Toledo, L. G. (2004). EVALUACIÓN DEL EFECTO DE TRES PODAS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE LA BERENJENA (*Solanum melongena*), BAJO MANEJO DE PRÁCTICAS ORGÁNICAS EN SAN JOSÉ LA ARADA, CHIQUIMULA. Guatemala: USAC.
- VIFINEX-OIRSA. (1999). Manual Técnico de Buenas Prácticas del Cultivo de Berenjena. Honduras. 20 Pg.
- Yaxón, J. C. (2009). Manual de Plagas y Enfermedades. Guatemala.
- Zapata, A. (1996). Documento tecnico en el Cultivo de Berenjena (pág. 45). Almería, España: Universidad de almería.

ANEXOS

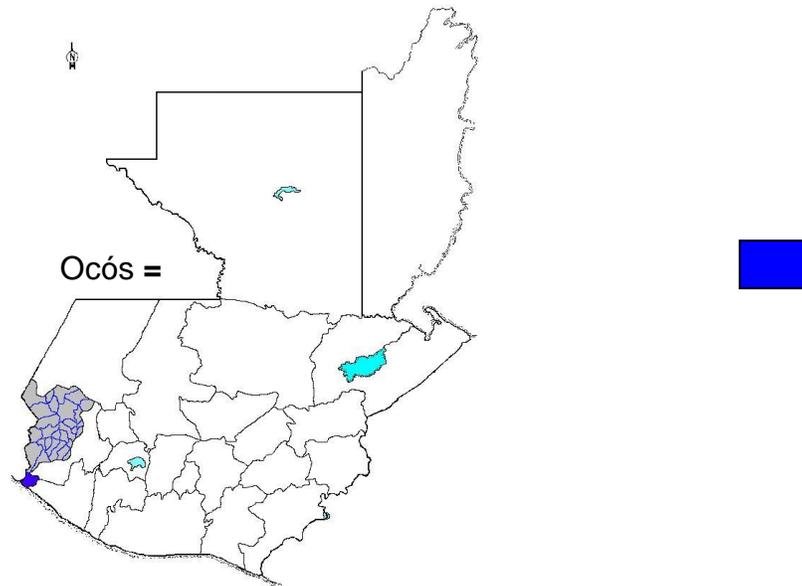


Figura 4: Mapa de la república de Guatemala, mostrando el departamento de San Marcos.

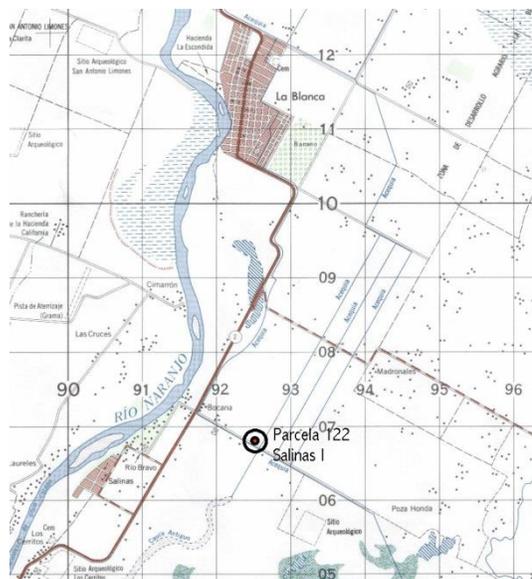


Figura 5: Resolución de una hoja Cartográfica señalando la ubicación del experimento

Croquis de campo

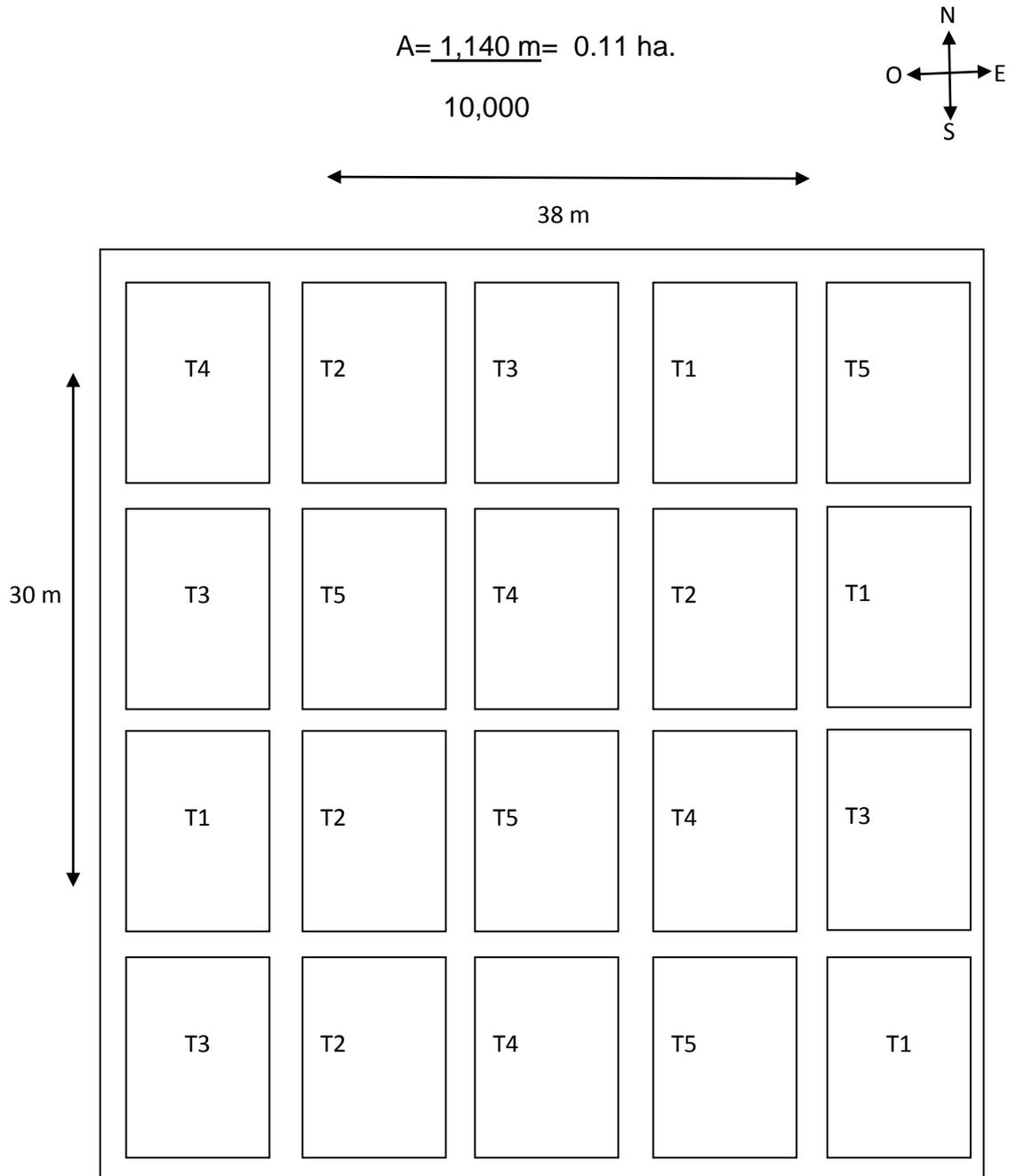


Figura 6: Croquis de campo, mostrando los tratamientos aleatorizados



Figura 7: Cultivo de berenjena (*S. melongena*), La Blanca, San Marcos



Figura 8: Toma de datos rendimiento kg/ha, La Blanca, San Marcos

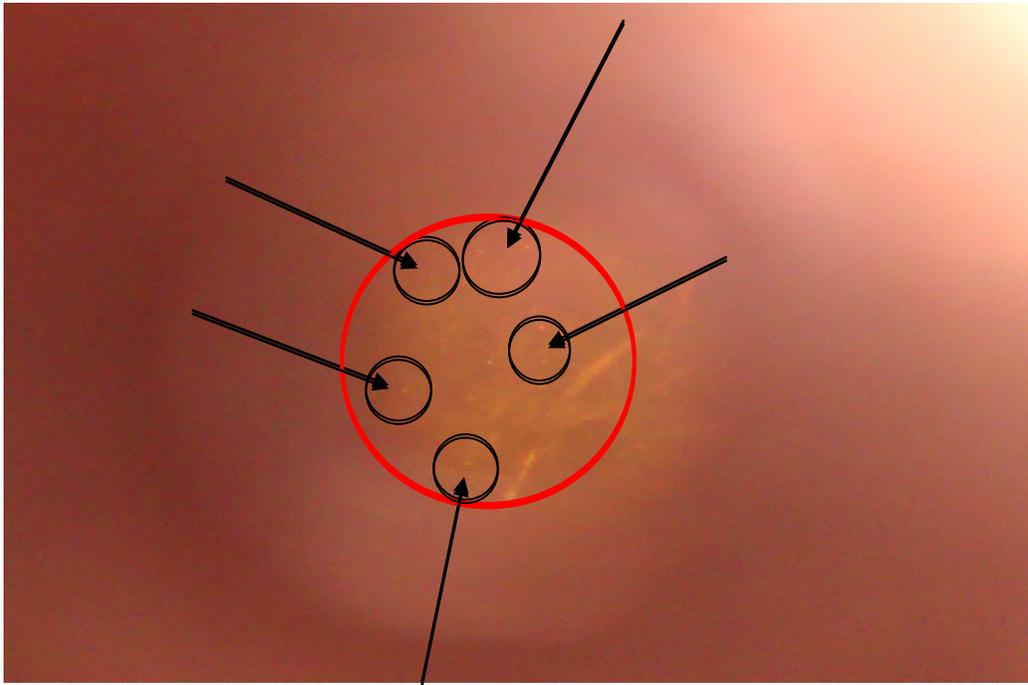


Figura 9: Densidad poblacional de *P. latus* en berenjena, La Blanca, San Marcos



Figura 10: Daños en frutos causados por *P. latus* en berenjena, La Blanca, San Marcos

Cuadro 24: Número de frutos totales de berenjena por hectárea, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

Tratamiento	I	II	III	IV	PROMEDIO
Abamectina	312375	290114	287778	251481	285437
Deltametrin	319481	379091	352904	308708	340046
Azufre	344111	250398	310227	356162	315225
Neem	244318	273920	284508	328889	282909
Testigo	130537	200795	198967	149457	169939

Cuadro 25: Análisis de varianza, para el número de frutos totales de berenjena por hectárea, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	4	67957704289.20	16989426072.30	11.02	0.001 *
Bloque	3	698967148.15	232989049.38	0.15	0.275ns
Error	12	18493173847.60	1541097820.63		----
Total	19	87149845284.95			----

C. V. = 14.09 %

Cuadro 26: Prueba de Tukey al 5%, para el número de frutos totales de berenjena, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
Deltametrin	340,046	A
Azufre	315,224	A
Neem	285,437	A
Abamectina	282,909	A
Testigo	169,939	B

Alfa =5% Tukey = 885.24

Cuadro 27: Producción total en Kilogramos por hectárea de frutos de berenjena, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
Abamectina	37500	35816.5	34259.26	28577.44	34038.300
Deltametrin	38215.49	46801.35	41035.35	37647.31	40924.875
Azufre	41161.62	30913.3	38299.66	43434.34	38452.230
Neem	28409.09	33817.34	32702.02	37373.74	33075.548
Testigo	15614.48	24789.56	21864.48	16792.93	19765.363

Cuadro 28: Análisis de varianza, para la producción total en kilogramos por hectárea de frutos de Berenjena, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	4	1073816623.87	268454155.96	11.98	0.001 *
Bloque	3	14562457.29	4854152.43	0.21	0.270ns
Error	12	268756957.09	22396758		----
Total	19	1357136038.25			----

C. V. = 14.18 %

Cuadro 29: Prueba de Tukey al 5%, para la producción total en kilogramos por hectárea de frutos de Berenjena, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
Deltametrin	40924.87	A
Azufre	38452.23	A
Neem	34038.3	A
Abamectina	33075.55	A
Testigo	19765.36	B

Alfa =5% Tukey = 10,671.83

Cuadro 30: Pérdida en kilogramos por hectárea de berenjena, por daño de ácaros, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de La Blanca, San Marcos.

TRATAMIENTO	I	II	III	IV	PROMEDIO
Abamectina	7125	7521.46	7879.62	5715.48	7060.390
Deltametrin	2675.08	4212.12	2051.76	3011.78	2987.685
Azufre	3704.49	3709.59	3063.97	4343.43	3705.370
Neem	4261.36	5718.94	4251.26	6727.27	5239.708
Testigo	3903.62	6693.18	4810.18	4366.16	4943.285

Cuadro 31: Análisis de varianza, para la pérdida en kilogramos por hectárea de berenjena, por daño de ácaros, en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca, San Marcos.

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	P > f 5%
Tratamiento	4	39220544	9805136	11.71	0.001 *
Bloque	3	4816192	1605397.37	1.91	0.180ns
Error	12	10042976	836914.68		----
Total	19	54079712			----

C. V. = 19.10 %

Cuadro 32: Prueba de Tukey al 5%, para la pérdida en kilogramos por hectárea de berenjena, por daño de ácaros en la comparación del efecto de acaricidas, municipio de la Blanca.

TRATAMIENTO	PROMEDIO	
Abamectina	7060.39	A
Neem	5239.7	A
Testigo	4943.28	B
Azufre	2987.68	B
Deltametrin	24,706	B

Alfa =5% Tukey = 2062.94