

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EVALUACION DE CINCO NIVELES DE SUPLEMENTO VITAMINICO Y DOS TIPOS
DE PANECILLOS DE ALIMENTACION Y SU EFECTO SOBRE LA FECUNDIDAD Y
FERTILIDAD EN LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (*Ceratitis capitata* W.)

TESIS

PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

MANFREDO EUGENIO FUENTES ALMENGOR.

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO

Guatemala, julio de 1,994.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

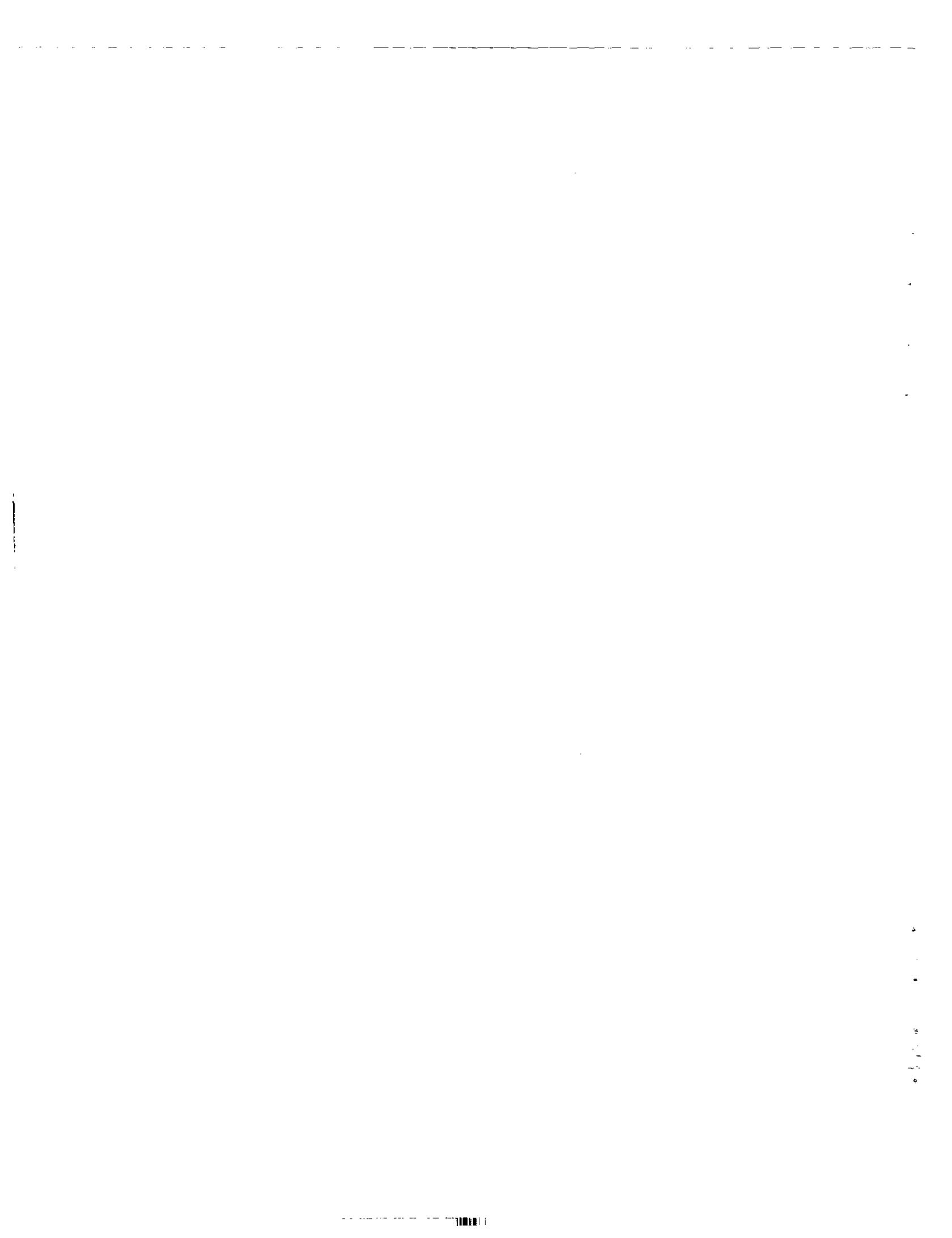
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

DR. JAFETH ERNESTO CABRERA FRANCO

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: Ing. Agr. Efraín Medina Guerra.
VOCAL PRIMERO: Ing. Agr. Maynor E. Estrada Rosales.
VOCAL SEGUNDO: Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes.
VOCAL TERCERO: Ing. Agr. Carlos R. Motta.
VOCAL CUARTO: Prof. Gabriel Amado Rosales.
VOCAL QUINTO: Br. Augusto Saul Guerra G.
SECRETARIO: Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy.



Guatemala, julio de 1,994

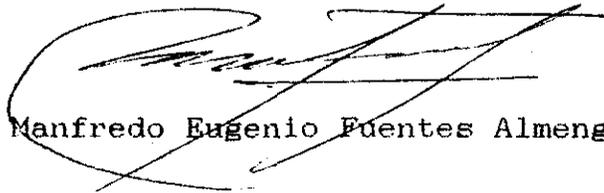
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR
FACULTAD DE AGRONOMIA

En cumplimiento con lo establecido en la ley orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

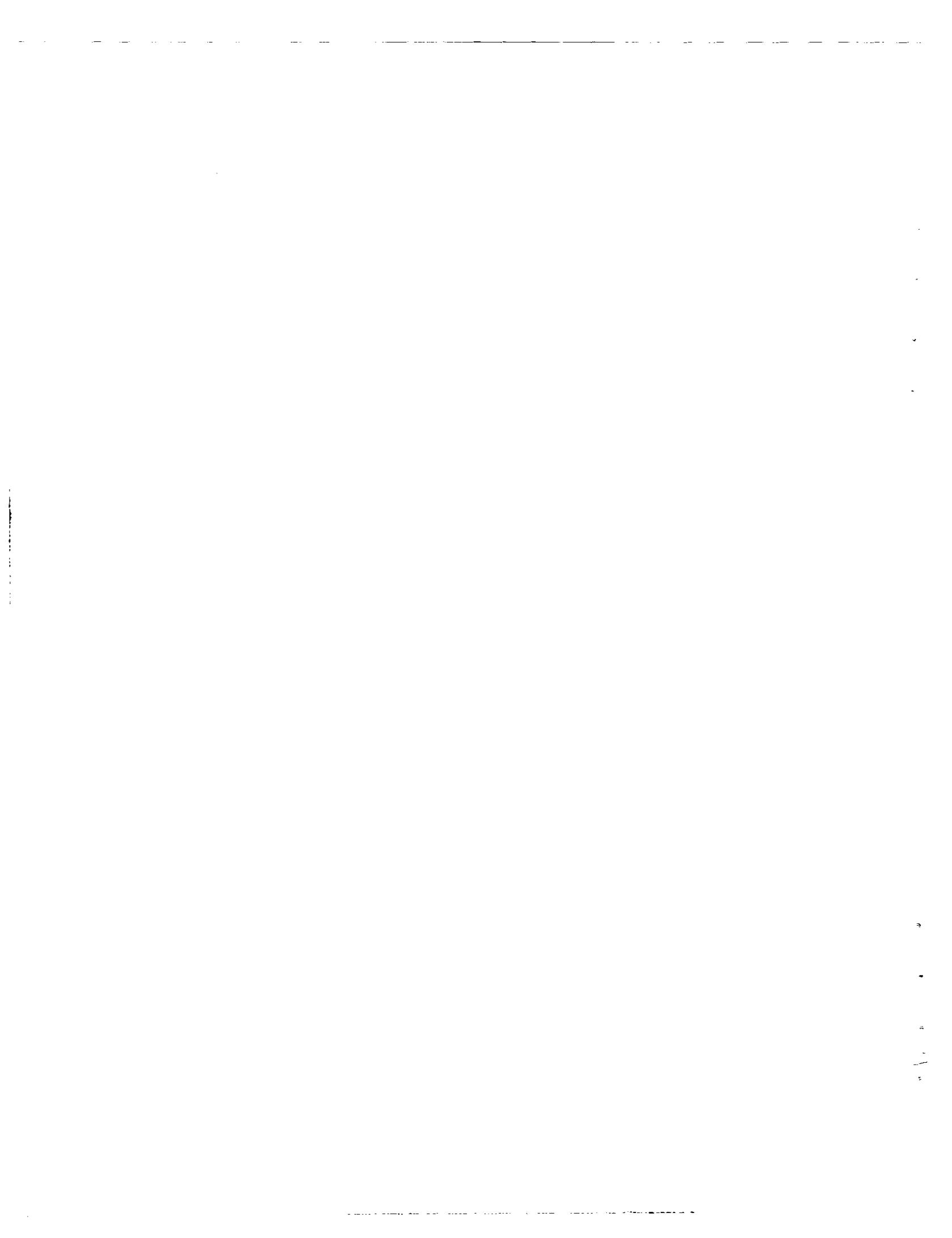
"EVALUACION DE CINCO NIVELES DE SUPLEMENTO VITAMINICO
Y DOS TIPOS DE PANECILLO DE ALIMENTACION Y SU EFECTO
SOBRE LA FERTILIDAD Y FECUNDIDAD EN LA MOSCA DEL
MEDITERRANEO (Ceratitis capitata W.)"

Como requisito previo a optar el título de INGENIERO AGRONOMO en SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA en el grado académico de LICENCIADO.

Atentamente.



Manfredo Eugenio Fuentes Almengor.



ACTO QUE DEDICO

A DIOS

A MIS PADRES:

Estanislao Alberto Fuentes Fuentes
Cleotilde Bacilia Almengor de
Fuentes

A MIS HERMANAS:

María, Consuelo, Araceli y Adilia
(Q.E.P.D.)

A MIS ABUELOS:

Q.E.P.D.

A MIS SOBRINOS:

José Alberto, Nancy, Fernando, Ma
Elenita, Juanito, Neftali (chito) y
Joselin

A MIS CUNADOS:

A MIS COMPANEROS Y AMIGOS:

A LOS AGRONOMOS EN GENERAL:



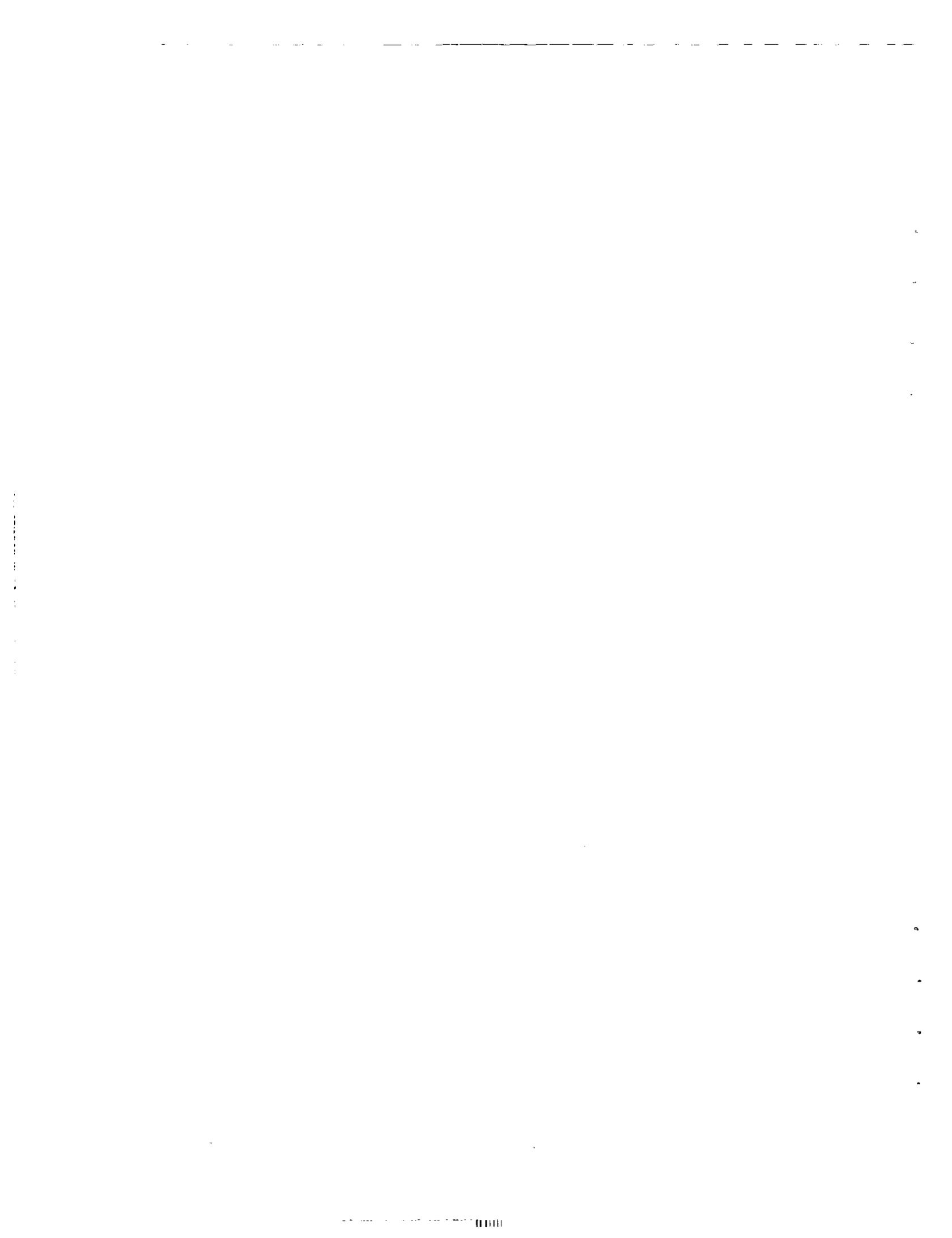
TESIS QUE DEDICO

A: GUATEMALA

SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, S.M. VALLE DE LA
ESMERALDA

LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

LA FACULTAD DE AGRONOMIA



AGRADECIMIENTOS

A: Los profesionales Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno e Ing. Agr. Luis Andrade, por su valiosa asesoría y colaboración para la realización del presente trabajo de tesis.

Personal técnico y profesional laborante de la planta de Cría y esterilización del PROGRAMA MOSCAMED, especialmente en los departamentos de: Cría (área de reproductores), Control de proceso (área de control de calidad, laboratorios de microbiología y fisico-químico), y Mantenimiento (área de fabricación de equipo).

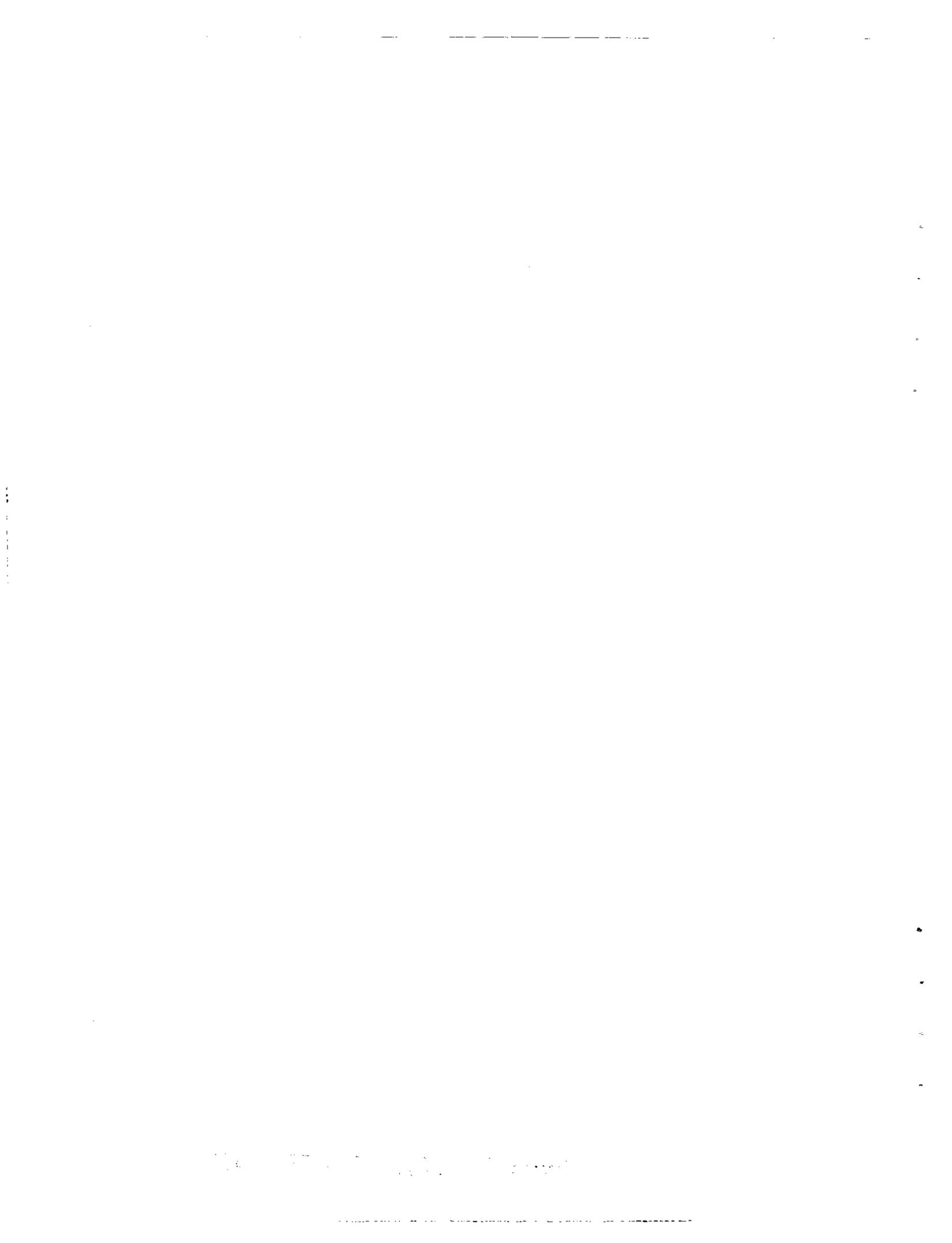
Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de esta tesis.

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

SECRET

CONTENIDO GENERAL

CONTENIDO	PAGINA
CONTENIDO GENERAL	i
INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	01
2. JUSTIFICACION	03
3. MARCO TEORICO	05
3.1. MARCO CONCEPTUAL	05
3.1.1. Nutrición vitaminas y otras sustancias	05
3.1.2. Necesidades de vitaminas	09
3.1.2.1 Fuentes y utilización	10
a Vitaminas liposolubles	10
b Vitaminas hidrosolubles	11
3.1.2.2 Función bioquímica	12
a Vitaminas liposolubles	12
b Vitaminas hidrosolubles	13
3.1.3. Necesidades nutritivas en especies animales	13
3.1.3.1. Estudios de nutrición en otras especies	14
3.1.4. La mosca del mediterráneo	15
3.1.4.1 Clasificación taxonómica	15
3.1.4.2 Descripción	15
3.1.4.3 Origen	16
3.1.4.4 Distribución mundial	17
3.1.4.5 Dispersión en Centro América	17
3.1.4.6 Métodos de control de la mosca del mediterráneo	18
a. Legal o Regulador	18
b. químico	18
c. Autocida	19
3.1.5. Dieta	20
3.1.6. Nutrición del insecto	24
3.1.6.1 Carbohidratos	24
3.1.6.2 Aminoácidos	24
3.1.6.3 Grasas	25
3.1.6.4 Lípidos	25
3.1.6.5 Esteroles	26
3.1.6.6 Vitaminas	26
3.2. MARCO REFERENCIAL	27
3.2.1 Localización del área experimental	27
3.2.1.1 Descripción de la planta de cría y esterilización de la mosca del mediterráneo	27



	a. Departamento de cría	28
	b. Departamento de control de proceso	28
4.	OBJETIVOS	30
	4.1 General	30
	4.2 Específicos	30
5.	HIPOTESIS	31
6.	METODOLOGIA	32
	6.1 Material Experimental	32
	6.1.1 Insectos	32
	6.1.2 Composición del suplemento vitamínico	32
	6.2 Factores evaluados	32
	6.3 Manejo del experimento	34
	6.3.1 Panecillos de alimentación a utilizar en la dieta de ovoposidores	34
	6.3.2 Preparación de los panecillos utilizados en en los tratamientos	34
	6.3.3 Preparación de jaulas de reproductores	35
	6.3 Diseño Experimental	36
	6.4 Modelo Estadístico	36
	6.5 Variable Respuesta	36
	6.5.1 Producción de huevecillos	36
	6.5.2 Porcentaje de eclosión	37
	6.6 Análisis económico	37
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	39
8.	CONCLUSIONES	47
9.	RECOMENDACIONES	48
10.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	49

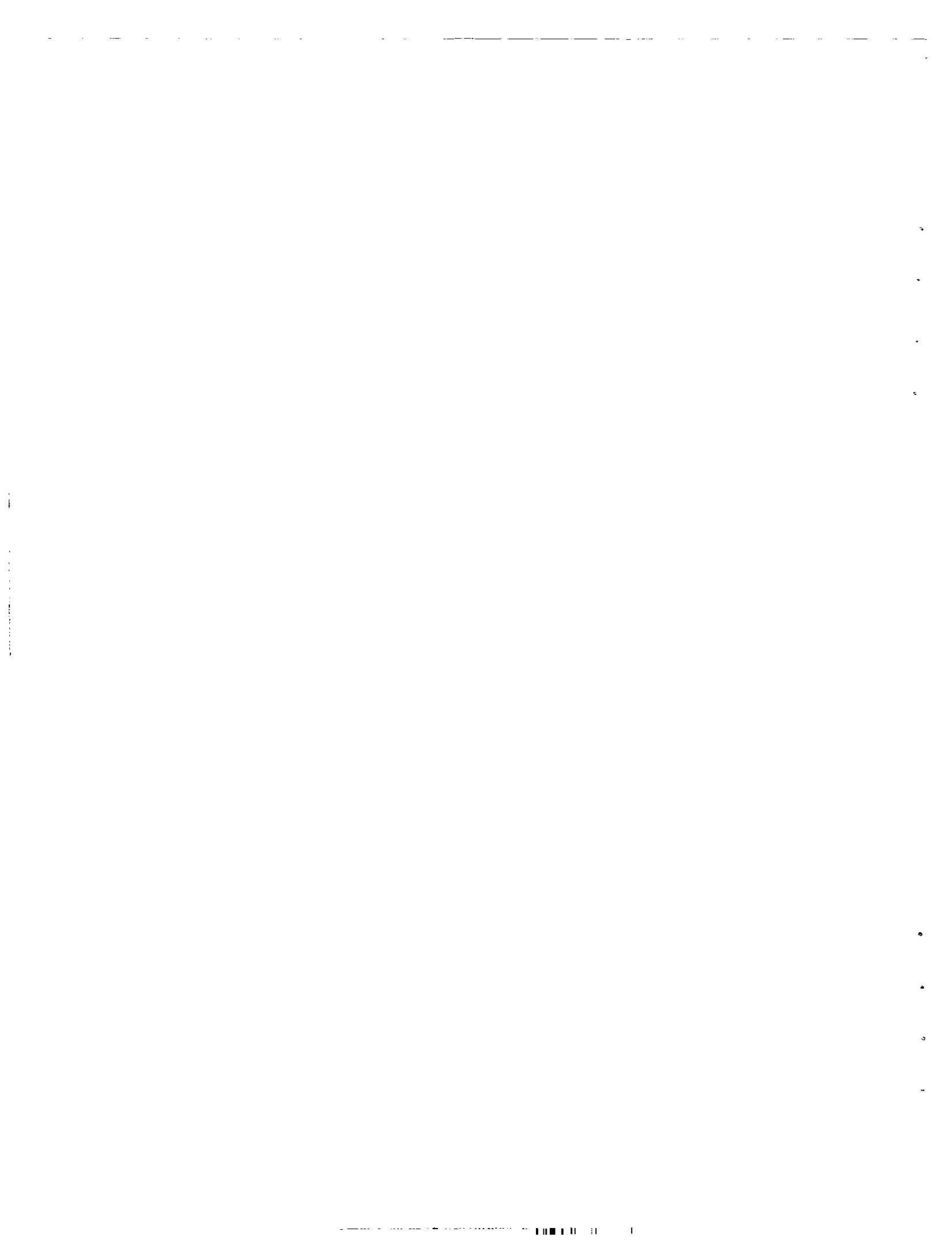
INDICE DE CUADROS

No.	CUADRO	PAGINA
1	Minerales y vitaminas fuente s dietéticas y papeles metabólicos en animales	07
2	Algunas fuentes naturales ricas en vitaminas hidrosolubles	12
3	Tratamientos evaluados	33
4	Cantidad y precio de los insumos utilizados por ciclo y año de producción	38
5	Promedios obtenidos en la producción de huevecillos expresados en ml	39
6	Análisis de varianza de la variable producción de huevecillos	39
7	Promedios obtenidos en la variable porcentaje de eclosión transformados en arcoseno de X	40
8	Análisis de varianza para la variable porcentaje de eclosión	40
9	Costo promedio en quetzales de los diferentes tratamientos evaluados referido a la unidad de panecillo preparado	45



INDICE DE FIGURAS

No.	Figura	Pág.
1.	Comparación de la variable porcentaje de eclosión en mosca del mediterráneo (<i>Ceratitis capitata</i> W.)	43
2.	Comparación de la variable producción de huevecillos en mosca del mediterráneo (<i>Ceratitis capitata</i> W.)	44



**EVALUACION DE CINCO NIVELES DE SUPLEMENTO VITAMINICO,
DOS TIPOS DE PANECILLO DE ALIMENTACION Y SU EFECTO
SOBRE LA FECUNDIDAD Y FERTILIDAD EN
LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata W.)**

**EFFECT OF FIVE VITAMIN SUPPLEMENT LEVEL AND TWO KIND
OF ADULT FOOD. IT'S EFFECT ON FERTILITY AND FECUNDITY
OF MEDITERRANEAN FRUIT FLY (Ceratitis capitata W.)**

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo con el objeto de evaluar, cinco niveles de suplemento vitamínico y dos tipos de panecillos de alimentación y su efecto sobre la fecundidad y fertilidad en la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.).

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizaron las instalaciones de cría masiva del programa MOSCAMED. Dicho programa es el encargado de tratar de erradicar del país a la mosca del mediterráneo, plaga que es responsable de un buen porcentaje de pérdidas en la fruticultura nacional.

Para lograr el fin antes mencionado el programa utiliza colonias de adultos de la mencionada plaga con el fin de utilizarlos como reproductores y obtener de ellos huevecillos que posteriormente son irradiados para obtener poblaciones estériles.

El programa MOSCAMED, trata de nutrir de menor forma a la colonia de ovoposidores, utilizando para ello un panecillo de alimentación que en su composición normal contiene azúcar y proteína hidrolizada en relación 3:1.

Considerando que no existe información sobre el efecto que pueden tener las vitaminas sobre el número de huevecillos producidos y la calidad de los mismos se llevó a cabo la presente investigación en la cual se utilizó un suplemento vitamínico que contenía principalmente vitaminas A, C, D y E así como dos aminoácidos que son Lisina y Metionina. Tal suplemento vitamínico fue evaluado en cuatro niveles que fueron: 0.5, 1, 1.5 y 2% adicionados a panecillo de alimentación utilizado actualmente y otro modificado considerado como más económico y de relación 4:1. Como comparadores se utilizaron los panecillos de alimentación sin ninguna adición de suplemento vitamínico.

El diseño experimental que se utilizó fué el completamente al azar con arreglo 2X5 y con seis repeticiones. Las variables respuestas evaluadas fueron: Producción de huevecillos y Porcentaje de eclosión. Posteriormente se hizo un análisis económico para determinar los costos que representaron para el programa MOSCAMED la utilización de cada uno de los tratamientos evaluados. Dicho costo se presenta por ciclo de producción de huevecillos y anual.

En los análisis de varianza realizados para las variables respuestas se obtuvieron que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, implicando ello que las vitaminas no tienen ningún efecto sobre la producción de huevecillos, aunque es de considerar la posibilidad de que los niveles evaluados no sean los más adecuados y que aun estos puedan tener un efecto en etapas posteriores.

Tomando en consideración lo anterior se utilizó como discriminante el costo de cada uno de los tratamientos mostrándose de esta manera el más económico y por lo tanto más rentable para el programa, es decir la utilización de un panecillo de alimentación de relación 4:1 y sin ninguna adición de suplemento vitamínico.

Finalmente se recomienda utilizar el panecillo de relación 4:1 y llevar a cabo un ensayo en el cual se evalúen los niveles de suplemento vitamínico agregados en el panecillo de relación 4:1 sobre etapas posteriores a la de producción de huevecillos.

1. INTRODUCCION.

En Guatemala una de las ramas de la agricultura que más ha tomado auge en los últimos años es la fruticultura.

Los frutales como todos los cultivos se ven afectados en su desarrollo por una serie de factores ambientales que repercuten en su producción. Dentro de estos factores se tienen los climáticos, enfermedades, malezas y plagas. Dentro de estas últimas ocupa un lugar preponderante la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.).

En los últimos años se ha tenido como una opción para el control de esta plaga a la técnica denominada autocida o de insecto estéril, la cual pretende la eradicación de la misma a través de evitar su reproducción, siendo en Guatemala el programa MOSCAMED, el responsable de tratar de alcanzar el cometido de erradicar a esta plaga del país.

Para la producción masiva de éste insecto se requiere de una serie de etapas, siendo la principal la producción de huevecillos, para la cual se hace uso de colonias de insectos adultos fértiles los que son usados como ovopositores buscando obtener poblaciones fuertes capaces de competir en el campo con especímenes silvestres de la misma especie.

Debido a la importancia que presentan los ovopositores se hace necesario dotarlos de una dieta alimenticia que redunde en una mayor producción de huevecillos y calidad de los mismos. Actualmente con este fin se hace uso de un panecillo de "Alimentación" el cual tiene como composición principal el azúcar refinada y proteína hidrolizada en una relación de 3:1 y algunas vitaminas del grupo B.

Según estudios de nutrición llevados a cabo en otras especies animales se ha llegado a detectar que vitaminas tales como: A, B, C, D, E, tienen efectos benéficos en el desarrollo de los mismos, misma situación que se ha tenido para algunos aminoácidos como la metionina y la lisina.

Por tal motivo se llevó a cabo el presente trabajo de investigación considerado como el primero de varios que pretenderán establecer el efecto de las vitaminas y aminoácidos sobre la producción y calidad de los insectos estériles de Ceratitia capitata W. por tal razón se avaluó el mismo a través de la adición de un suplemento vitamínico al panecillo de alimentación, tanto al usado tradicionalmente relación 3:1 como a otros de relación 4:1 y que es considerado de menor costo para el programa. El efecto del suplemento vitamínico agregado se midió en esta primera etapa sobre la producción de huevecillos y el porcentaje de eclosión de los mismos.

2. JUSTIFICACION.

La mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.), es una de las plagas más perjudiciales en todo el mundo, se sabe que ataca a no menos de doscientas especies de frutales, lo anterior obedece a una serie de características inherentes dentro de las cuales cabe mencionar: a. Su amplio rango de hospederos, b. Alta capacidad de adaptación, c. Alto índice reproductivo (3).

Tomando en consideración la complejidad del problema que hasta la fecha causa la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.), el programa MOSCAMED hace uso de la técnica del insecto estéril con el fin de minimizar a corto plazo algunos problemas y a largo plazo erradicar del territorio nacional a la mosca del mediterráneo.

La técnica del insecto estéril consiste en criar, esterilizar y liberar grandes cantidades de insectos para que éstos se apareén en el campo con especímenes fértiles de la misma especie y de esta manera evitar la reproducción. Para que pueda ser posible la aplicación de ésta técnica uno de los requisitos es que el insecto pueda criarse en laboratorio, en grandes cantidades y en forma económica.

Los requerimientos que hacen posible la aplicación de la técnica del insecto estéril, son de gran magnitud basándose principalmente en la producción masiva de huevecillos, bajo condiciones de laboratorio, provenientes de poblaciones de adultos vigorosamente bien nutridos que permitan ofrecer poblaciones de insectos con características competitivas en el campo con especímenes silvestres de la misma especie.

Las primeras personas que estudiaron la nutrición descubrieron que la mayoría de las dietas se componían de carbohidratos, proteínas y que las grasas solas no mantenían a los animales ni permitían su crecimiento y desarrollo. Con estos experimentos se vió claramente que se necesitan otros componentes además de carbohidratos, proteínas y grasas en las dietas y que muchos de ellos se parecían químicamente a las aminas, se les denominó "aminas-vitales" este nombre fue reducido

"vita-aminas" y finalmente a vitaminas (8).

En base a lo anterior se llevó a cabo el presente estudio, el cual tubo la finalidad principal de evaluar, el efecto de diferentes niveles expresados en porcentaje de suplemento vitamínico agregados a dos diferentes panecillos de alimentación a los adultos ovopositores de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.). En este caso el efecto de dicho suplemento se avaluó sobre el panecillo de alimentación tradicional (relación 3:1)*, y sobre un panecillo de alimentación modificado de (relación 4:1)*, observándose igual fenómeno en la segunda variable de estudio porcentaje de eclosión.

*/Dieta para adultos compuesta a base de azúcar y proteína hidrolizada enzimáticamente en una relación 3:1.

3. MARCO TEORICO.

3.1. Marco Conceptual.

3.1.1. Nutrición, Vitaminas y otras sustancias.

Las primeras personas que estudiaron la nutrición descubrieron que en la mayoría de los experimentos las dietas se componían de carbohidratos, proteínas, y que la grasa sola no mantenía a los animales ni permitía su crecimiento y desarrollo. En algunos experimentos tales dietas parecieron ser adecuadas, pero investigadores posteriores descubrieron que en tales casos el crecimiento normal y el mantenimiento no se presentaban si se eliminaban todas las formas vivas asociadas del experimento. Así, pronto se encontró que las colonias vivas de bacterias y protozoarios que se encontraban en los tractos digestivos de muchos animales proporcionaban materiales específicos producidos por ellos. Con estos experimentos se vió claramente que se necesitan otros componentes además de los carbohidratos, proteínas y grasas en las dietas de los animales heterótrofos. Pasaron muchos años hasta que se conocieran las identidades de un número de estos compuestos, y ya que muchos de ellos se parecían químicamente a las aminas, se les denominó "aminas vitales". Este nombre fue reducido a "vita-aminas y finalmente a vitaminas". Hoy sabemos que no todas las vitaminas son aminas, pero este nombre ha sido consagrado por el uso. También sabemos que la mayoría de ellas funcionan como partes de moléculas de enzimas importantes (8).

La mayoría de las vitaminas generalmente pueden ser sintetizadas por microorganismos, pero no por animales heterótrofos. De nuevo vemos que aparentemente la habilidad de sintetizar estos componentes se perdió tempranamente en la evolución, y como resultado vemos que los animales heterótrofos deben seleccionar sus dietas que contengan las sustancias. La vitamina A es una interesante excepción. Es una "vitamina" que se ha perdido probablemente no por la habilidad de sintetizarla, sino debido a nuevas necesidades específicas que tuvieron un desarrollo evolutivo posterior. Aparentemente su más

importante aplicación entre los animales es como parte del aparato fotoquímico del ojo de los vertebrados (8).

Otros requerimientos para los animales incluyen el oxígeno y el agua, así como suministro de minerales. La mayoría de los minerales son requeridos en cantidades ínfimas en la dieta, aunque la cantidad total acumulada por el cuerpo después de un lapso puede ser bastante grande (8).

En el cuadro 1 se encuentran unos cuantos de los minerales y vitaminas que son requeridos comúnmente en las dietas de los animales (8).

Debido a la interdependencia de los animales, plantas y microorganismos en materia de dieta y respiración, existen ciclos equilibrados complicados a través de los cuales estas sustancias químicas se mueven (8).

CUADRO 1. Minerales y vitaminas: fuentes dietéticas y papeles metabólicos en animales

Mineral	Funciones	Fuentes dietéticas especialmente ricas
Calcio	Sales óseas, Amortiguadores sanguíneos, Activación enzimática.	
Fósforo	Sales óseas Amortiguadores sanguíneos, Activación enzimática.	
Magnesio	Función nervios anormal, Sales óseas	-Semillas (nueces y granos)
Sodio	Amortiguadores sanguíneos, Potenciales de membrana	-Productos animales (carne)
Potasio	Potenciales de membrana Función nerviosa normal Actividad enzimática	-Productos vegetales

Manganeso	Actividad Enzimática Reproducción normal	-Semillas (nueces y granos)
Hierro	Molécula de hemoglobina Activación enzimática	
Cobre	Activación enzimática	-Ostiones, hígado, grano
Cobalto	Parte la vitamina B12	-Plantas verdes (lechugas, espinaca)
Yodo	Parte hormona tiroidea	-Vegetales que crecen en costa,
Azufre	Parte algunos aminoácidos, Parte de Insulina	-Carne, pescado, guisantes
Cinc	Actividad enzimática	-Todos los alimentos
Flúor	Calcificación dentaria	-Muchas aguas, peces, carne, vegetales.
Vitamina A	Visión nocturna Piel normal	-Vegetales amari, grasas animales
Vitamina D	Formación ósea	-Aceites de pescado
Vitamina E	Reproducción normal	-Aceites vegetales
Vitamina K	Coagulación sanguínea	-Vegetales foliares
Tiamina (B1)	Enzimas	-Semillas, granos, riñones
Riboflavina (B2)	Enzimas	-Semillas, pescado,, huevo
Niacina (ácido nicotínico)	Enzimas	-Frutas, granos, nueces, carnes

Acido pantoténico	Función nerviosa normal	-Carnes
Biotina	Enzimas	-Hígado, nueces
Piridoxina (B6)	Enzimas Formación de anticuerpos	-Carnes, semillas, miel levadura
Cianocobalamina	Formación células sanguíneas	-Hígado y riñón
Acido ascórbico (vitamina C)	Formación sustancias intracelular Reacciones de óxido- reducción Función adrenocontical	-Frutas, hígado, riñones, vegetales

3.1.2. Necesidades de vitaminas:

Las vitaminas constituyen un grupo de compuestos orgánicos no relacionados químicamente, que son esenciales para la vida y tasa normal de crecimiento de los animales. La historia de las vitaminas se inició en la década de 1890-1900, cuando Eijkman descubrió que la cáscara del arroz curaba una enfermedad de las aves y la relacionó con el beriberi del hombre. Silverman (1958) hizo un interesante relato de los descubrimientos de Eijkman y de los de otros pioneros en el estudio de las vitaminas. La primera vitamina cristalizada se aisló en 1926, y desde entonces se han identificado químicamente unas 15 o más vitaminas o grupos vitamínicos diferentes y se ha demostrado que son necesarias para el crecimiento. Con anterioridad al aislamiento de la primera vitamina se utilizaban las denominaciones "liposoluble A" e "hidrosoluble B" para establecer una distinción entre dos factores distintos para el crecimiento de las ratas. Cuando se descubrieron nuevos factores, que utilizaron letras diferentes para su designación o subíndices aplicados a la letra B. En la actualidad, en que se conoce la estructura química de cada vitamina, organizaciones como la Unión Internacional de la Química Pura y Aplicada recomiendan el

empleo de nombres diferentes que hagan relación a la estructura química. Sin embargo, persisten denominaciones corrientes, como vitamina A y B12, no sólo entre el público profano, sino también entre los científicos (6).

3.1.2.1. Fuentes y utilización

Los animales obtienen las vitaminas precisas para el crecimiento a partir de cuatro medios generales. Las diversas concentraciones de vitaminas que aparecen en los distintos alimentos que forman las raciones de los animales suponen una fuente común. Una segunda fuente importante es la síntesis microbiana en el tracto digestivo de los animales. La transferencia materna, bien a través del útero a los fetos de los mamíferos o con la yema y albúmina a los embriones de las aves, representa una fuente crítica de vitaminas para el crecimiento prenatal y para la viabilidad y desarrollo durante las primeras semanas que siguen al nacimiento (6).

La totalidad de las vitaminas se clasifican en dos grandes grupos: liposolubles e hidrosolubles. Las vitaminas liposolubles se disuelven en solventes orgánicos tales como hexano o éter dietílico, aunque son relativamente insolubles en agua mientras que las clasificadas como hidrosolubles son relativamente insolubles en agua mientras que las clasificadas como hidrosolubles son relativamente insolubles en solventes orgánicos. Aunque esta división de las vitaminas se ha realizado sobre la base de una sola propiedad física, ambas clases se diferencian significativamente por su funcionamiento bioquímico en los tejidos de los animales (6).

a) Vitaminas liposolubles

Las vitaminas A, D, E y K son las vitaminas liposolubles. La única fuente de vitamina A verdadera en alimentos naturales se encuentra en los tejidos de otros animales. Sin embargo, los vegetales sintetizan precursores de vitamina A, como son los carótenos, que pueden convertirse en vitamina A verdadera después de ser consumidos por los animales (6).

Los precursores de la vitamina A son sustancias pigmentadas que se encuentran en los forrajes verdes, tales como alfalfa y gramíneas pratenses. En la actualidad la vitamina A se utiliza químicamente y se dispersa en una matriz protectora homogeneizada en gotitas sólidas de azúcar-gelatina para retardar su descomposición (6).

Los animales obtienen naturalmente la vitamina D a partir de alimentos irradiados o mediante síntesis en sus propios organismos en condiciones ambientales apropiadas. Los principales precursores de la vitamina D son dos compuestos del esteroide estrechamente relacionados, el 7-dehidrocolesterol en animales y el ergosterol en los vegetales (6).

La vitamina E aparece naturalmente en formas diferentes, aunque la más abundante es la alfa tocoferol, que es la más activa fisiológicamente para los animales. Los cereales son fuentes naturales aceptables de tocoferol, aunque la mayoría de los aceites vegetales son fuentes ricas, siendo una de las más ricas el aceite de germen de trigo. Los forrajes verdes poseen vitamina E en abundancia, mientras que los productos animales no son particularmente ricos en esta vitamina. Hoy día se dispone de alfa tocoferol sintético, esterificado y tratado para aumentar su estabilidad, que se emplea para suplementar las raciones de los animales. La vitamina K es la única vitamina liposoluble que es sintetizada en el tracto digestivo por microorganismos, y esta síntesis representa la fuente principal de vitamina para la mayoría de las especies de animales (6).

b) Vitaminas hidrosolubles

Las vitaminas hidrosolubles incluyen las del complejo B, formado por la tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido pantoténico, cobalamina, ácido fólico y biotina. El ácido ascórbico (vitamina C), colina e inositol se incluyen también en esta categoría. El cuadro 3 presenta un breve resumen de algunas de las mejores fuentes de vitaminas hidrosolubles. Determinados productos son especialmente ricos en muchas de las vitaminas del grupo B -por ejemplo, la levadura

desecada procedente de la fabricación de cerveza. Los vegetales verdes y ricos en hojas poseen cantidades abundantes de muchas vitaminas hidrosolubles, así como de las liposolubles (6).

CUADRO 2. Algunas fuentes naturales ricas en vitaminas hidrosolubles.

Vitamina	Fuente
Tiamina	-Levadura, cereales, concentrados proteicos vegetales
Riboflavina	-Levaduras, forrajes verdes ricos en hojas, productos lácteos
Niacina	-Levaduras, solubles de destilerías, salvado de arroz y de trigo.
Piridoxina	-Levadura, cereales, tejidos animales
Acido pantoténico	-Levadura, harina de alfalfa, hígado
Cobalamina	-Tejidos animales
Acido Pteroilmonoglutámico	-Cacahuetes, hígado, forrajes verdes ricos en hojas
Biotina	-levadura, solubles de destilerías, hígado
Acido ascorbico	-Frutos cítricos, patatas, vegetales con hojas verdes
Colina	-Concentrados proteicos vegetales, tejidos animales, germen de trigo
Inositol	-Cereales, hígado, melazas.

3.1.2.2. Función bioquímica

a) vitaminas liposolubles.

El único papel bioquímico establecido con claridad para la vitamina A en el metabolismo animal consiste en su función sobre la visión, que fue estudiada durante varios años en las investigaciones de Wald. El papel bioquímico de la vitamina D consiste en facilitar el paso de los iones de calcio desde la porción mucosa hasta la serosa del tracto intestinal, puede ejercer también una cierta acción local sobre el hueso y otros tejidos. Sobre el papel bioquímico del tocoferol (vitamina E) en el metabolismo animal existen dos puntos de vista divergentes. Uno de los mismos afirma que el tocoferol actúa solamente como un antioxidante fisiológico (6).

Un segundo punto de vista sobre el papel bioquímico del tocoferol en los animales señala que esta vitamina posee dos funciones como mínimo, una de las cuales no es una propiedad antioxidante inespecífica (Schwarz, 1965) (6).

b) Vitaminas hidrosolubles

Las vitaminas del complejo B son componentes de enzimas precisas para una o más reacciones que tienen lugar en cada uno de los principales ciclos metabólicos de los organismos vivos. Algunas vitaminas, como la tiamina, son específicas para el metabolismo de los carbohidratos, mientras que otras, como la vitamina B6, intervienen de una manera más específica en el metabolismo de proteínas y aminoácidos (6).

3.1.3. Necesidades nutritivas en especies animales.

Con el fin de aplicarlas en la administración agrícola y en la elaboración de alimentos, se han efectuado experimentaciones con el objeto de definir, con razonable precisión, las necesidades mínimas de proteína para un índice de crecimiento máximo en relación con el nivel de energía. La relación fisiológica entre los niveles de energía y proteína también se hace extensiva a los niveles de los aminoácidos esenciales (1).

Idealmente, la dieta debe proporcionar energía, proteína total y los 13 aminoácidos esenciales. Evidentemente, sería esperar demasiado que así ocurra, debido a la cantidad limitada de suplementos proteicos, cada uno de los cuales tiene su proporción o razón fija de aminoácidos esenciales, los granos y la harina de soja son las fuentes principales de energía y proteína para la mayoría de los alimentos avícolas. En tales alimentos, la metionina es el primer aminoácido que se torna limitador. Cuando una cantidad considerable de harina de soja se sustituye por otro suplemento proteico de origen vegetal, como la harina de semilla de algodón, la lisina será probablemente el primer aminoácido limitador. La cistina y la tirosina se consideran aminoácidos esenciales, a pesar de que la primera puede ser sustituida

por la metionina y la segunda por la fenilalanina (1).

Existen dos relaciones importantes entre cada uno de los aminoácidos y las vitaminas. La metionina puede prescindir de la colina hasta cierto grado, y el triptófano puede prescindir de la niacina (1).

a) Estudios de nutrición en otras especies.

En este apartado se describe de sintomatología general más común en especies animales alimentadas con dietas deficientes en uno o más de los 39 factores nutritivos necesarios. Dichos síntomas casi siempre se presentan en aquellas especies animales a las que se suministran raciones deficientes en un factor específico. Cuando así ocurre evolucionan tan sólo los síntomas mas agudos que, en la mayoría de los casos, son características de cada factor nutritivo, circunstancia que facilita en cierto grado el diagnóstico de la deficiencia (1).

-Vitamina "A" En el caso de dietas deficientes los síntomas de falta de vitamina "A" se manifiestan retardando el crecimiento, debilidad general, disminuye la resistencia a la infecciones y aumenta la tasa de mortalidad (1).

-Vitamina "D" La falta de vitamina "D" en ausencia de luz solar directa, produce raquitismo. Fisiológicamente, existe una falla en la absorción y retención de calcio y fósforo, y en consecuencia estos minerales no se depositan en condiciones normales en la estructura ósea (1).

-Vitamina "E" La falta de vitamina "E" ocasiona encefalomalacia, nutritiva, provoca edema subcutánea y edema del corazón y del pericardio. En algunas especies la deficiencia de vitamina "E" produce esterilidad en el macho e incapacidad para la reproducción en la hembra (1).

-Vitamina "K" La falta de vitamina "K" retarda el tiempo de coagulación de la sangre favoreciendo enfermedades que causan la

ruptura de los vasos sanguíneos (1).

-Tiamina Las dietas que contienen cantidades de tiamina inferiores a las óptimas provocan: mal digestión, debilidad general y con frecuencia convulsiones (1).

-Riboflavina La falta de Riboflavina en dietas retarda el crecimiento (1).

-Vitamina B6 La falta de esta vitamina, muestra muy poco aumento de peso; más tarde el crecimiento disminuyó, finalmente paraliza el crecimiento y en algunas especies la producción de huevos se reduce notablemente (1).

-Vitamina B12 Se ha demostrado que la falta de esta vitamina reduce notablemente el crecimiento (1).

3.1.4. La Mosca del Mediterráneo

3.1.4.1. Clasificación taxonómica.

Clase: Insecta
Orden: Díptera
Familia: Tripetidae
Genero: Ceratitis
Especie: capitata (2).

3.1.4.2. Descripción.

La Mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wied) es un insecto de suma importancia, especialmente para los países productores de frutas del mundo. Es originaria de Africa, pero en la actualidad además de presentarse a diversas latitudes y áreas de ese continente se localiza en zonas del Mediterráneo, Oceanía, Centro y Sur América y los Estados Unidos. Se ha encontrado principalmente en zonas cafetaleras infestando plantaciones de café, guayaba, mandarina, zapote, caimito, carambola, toronja, naranja dulce, tangelos y mango.

Se considera al café como su hospedero primario (4).

El daño que causa la mosca del mediterráneo es provocado por las hembras que ovipositan dentro de los frutos. Las hembras ovipositan a través de la cáscara de la fruta, poniendo sus huevos uno por uno o en grupos (masas). Al eclosionar las larvas se alimentan del fruto, provocando un agusanado lo cual es manifiesto al abrir el fruto, esto a la vez permite la entrada de hongos y bacterias que provocan pudrición del fruto (4).

La mosca del mediterráneo se considera una plaga perjudicial de los frutales, y el peligro mayor estriba en que tiene muchos hospederos entre los que se incluyen frutas y hortalizas. La Mosca del Mediterráneo tiene una gran capacidad de aclimatación, soporta condiciones sumamente variables, que por lo general otras especies de moscas de la fruta no resisten. El fruto del café se considera como su principal hospedero, aunque infesta grandemente los cítricos, siendo estos donde mayor daño ocasiona. Es por ello que los países productores de fruta tratan por todos los medios de impedir que se introduzca y se establezca en su territorio (4).

3.1.4.3. Origen

El origen de la Mosca del Mediterráneo se ha establecido en Africa Occidental. Se le dió ese nombre porque fue en la Cuenca del Mediterráneo donde se le reportó inicialmente como una plaga de importancia económica de los Frutales (9).

La Mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata Wied) está considerada mundialmente como una de las plagas que más daño causa a los frutales, tanto de hoja decidua (manzana, melocotón, pera, Etc.) como perenne (cítricos, mango, caimito, Etc.) (9).

Lo anterior obedece a una serie de características inherentes a la plaga dentro de las cuales caben destacar las siguientes:

- Amplio rango de hospederos. Esta plaga ataca a no menos de 200

especies frutales, con lo cual prácticamente se incluyen a todas las especies frutales, de importancia económica(3).

- Alta capacidad de adaptación. Esta característica hace que encontramos a la plaga en todos los climas donde se cultivan frutales y es un aspecto que hace cada vez más difícil su control (3).

- Alto índice reproductivo. Características que hace que en algunos casos las medidas de control empleados en su contra sean poco efectivas (3).

3.1.4.4. Distribución mundial.

Debido a la capacidad de adaptación a los climas más diversos y su alto índice productivo, esta mosca se encuentra actualmente en los cinco continentes. Su distribución es la siguiente: Africa (en toda su extensión); región del Mediterráneo (Israel, Líbano, Turquía, Albania, Grecia, Bulgaria, Italia, España, Francia, Yugoslavia). En Portugal, Inglaterra, hacia el Occidente europeo. En Europa Central (Bélgica, Holanda, Alemania, Austria, Hungría y Suiza). En el continente Americano, en América del Sur: Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela. En América Central toda su extensión. En las Islas Bermudas, en el Atlántico y el Hawaii en el Pacífico (9).

Actualmente se reporta en Guatemala, México y Estados Unidos (9).

3.1.4.5. Dispersión e Centro América:

La mosca del Mediterráneo hizo su aparición en el área Centroamericana en el año de 1955, siendo detectada en las cercanías de San José, Capital de la República de Costa Rica. En 1962 se había establecido en Panamá y en Nicaragua. Su dispersión continuó hacia los demás países centroamericanos, detectándose en El Salvador y Guatemala en 1975, y finalmente a principios de 1977 se detectó en el Estado de Chiapas, México (9).

3.1.4.6. Métodos de control de la Mosca del Mediterráneo.

Para evitar que la mosca del mediterráneo ingrese y se establezca en los países productores de frutas se han utilizado diversos métodos de prevención, control y erradicación, siendo los más utilizados los siguientes:

a) Control legal o regulador.

Los principios fundamentales del control regulador son evitar la entrada y establecimiento de la mosca del mediterráneo en áreas y/o países, así como erradicar, contener o suprimir las que se han establecido en áreas limitadas. A este mecanismo de control se le conoce como Control Legal, Cuarentena o control Regulador. Se conoce como legal porque se emiten leyes específicas y se instauran programas oficiales de control, como el caso de Moscamed (4).

El control legal tiene como finalidad impedir que las plagas potenciales ingresen a determinado territorio, a la vez que colaborar con la eliminación de las ya existentes. Se considera como líneas de defensa, para impedir el ingreso de la plaga a otras regiones, confiscando frutas que puedan contener al insecto para que no entre a zonas donde la plaga no existe. Las restricciones de la cuarentena según la dirección técnica de Sanidad Vegetal varían dependiendo de su objetivo, en el caso de Guatemala el objetivo es impedir o bien retardar la emigración de la Mosca del Mediterráneo hacia el hemisferio norte. La cuarentena se suprime cuando ya no cumple con sus objetivos (4).

b) Control Químico.

Este control se efectúa mediante la aplicación de insecticidas, y puede ser utilizado conjuntamente con el sistema de cuarentena, por ejemplo en la fumigación de vehículos y barcos en los puertos y áreas limítrofes. Los insecticidas también se han aplicado a las

plantaciones de frutales donde se localiza el insecto para bajar poblaciones a niveles inferiores del nivel de daño económico, pero este método de control tiene sus objeciones, ya que desde el punto de vista ecológico, los insecticidas pueden causar severos daños, al igual causa daños a la salud del hombre y de los animales (4).

c) Control Autocida.

El sistema de liberación de insectos estériles fue utilizado en gran escala en la lucha contra plagas en la década comprendida entre 1950 y 1960. En este período se erradicó la mosca que provoca la gusanera en el ganado a Miasis (Cochliomyia hominivorax Coquerel) de la Isla de Curacao y Sureste de Estados Unidos (7).

A partir de entonces, se hicieron ensayos con otras especies de insectos, a fin de determinar si era posible utilizar éste mismo método para combatirla (7).

Las pruebas más prometedoras fueron las realizadas con las moscas tropicales de las frutas. Entre ellas está la Mosca del Mediterráneo (Ceratitis capitata W), la cual en América fue erradicada con este método de los Estados Unidos en 1962 66 y 76, y actualmente se está luchando contra brotes detectados en California (7).

En Centroamérica, la mosca fue detectada inicialmente en Costa Rica en 1955 y en 1962 se iniciaron los trabajos para la liberación de insectos estériles (7).

La plaga siguió avanzando para el área centroamericana, hasta ser detectada en Guatemala en noviembre de 1975. Actualmente la técnica del insecto estéril (SIT) se utiliza en México y Guatemala con el objeto de erradicar la Mosca de estos países a través de un programa cooperativo en el cual participa además Estados Unidos (7).

La técnica del insecto estéril (SIT) consiste en la crianza y liberación de insectos machos, los cuales se esterilizan exponiéndolos a una fuente de radiación. Los machos liberados buscan a las hembras

silvestres (fértiles) para el apareamiento, dando como resultado que los huevecillos inseminados por espermatozoides dañados interrumpen el desarrollo del embrión y por lo consiguiente no nacen larvas, o bien, éstas no tienen el vigor suficiente para sobrevivir (7).

Este sistema explota el comportamiento sexual de los insectos, el cual es uno de los instintos más fuertes encontrados en todos los animales (7).

Para el caso de las hembras que se liberan conjuntamente con los machos la esterilidad debe ser de un 100% (7).

El éxito de la lucha contra una plaga utilizando insectos esterilizados se basa con los siguientes puntos:

1. Que los machos estériles estén en capacidad de aparearse con las hembras fértiles que se encuentran en el campo, evitando su multiplicación (7).
2. Que el número de apareamientos de estériles con fértiles sea mucho mayor que el de fértiles con fértiles para que la población de insectos vaya disminuyendo en las generaciones sucesivas (7).
3. Que la cantidad de especímenes esterilizados en el campo se mantenga constante por medio de las liberaciones, mientras que el de los insectos normales disminuye, debido a que los embriones no logran desarrollarse. Esto permite que vaya aumentando el número de apareamientos estéril-fértil (7).

3.1.5. Dieta.

García Ramón et al (5), define a la dieta como la privación total o parcial del comer: Estar a dieta. Regulación de los alimentos como medida higiénica o terapéutica.

- a. Dietas de alimentación para colonias de adultos fértiles ovoposidores de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W)

usadas a nivel de laboratorio.

Castañeda Arriaza, C.A. (3), reporta que la dieta utilizada para la alimentación de colonias de adultos fértiles reproductores ovopositores de la mosca del mediterráneo (*Ceratitidis capitata* W), es un compuesto a base de azúcar refinada y proteína hidrolizada enzimáticamente en una relación de 3:1, mezcladas en moldes en forma de pastelillo que requiera ser colocadas en áreas que oscila entre los 60 - 70% de humedad relativa con la finalidad que alcance y conserve la compactación y adhesión de sus componentes.

a.1 Componentes del panecillo utilizado como dieta normal en la alimentación de colonias de adultos ovopositores en la planta de cría masiva y esterilización de mosca del mediterráneo.

Proteína (N * 6.25)	60.0 %
Nitrógeno total	8.8 %
Alfa amino-nitrógeno	4.2 %
Ración de alfa-amino nitrógeno sobre nitrógeno total	48.0 %

Vitaminas (microgramos por gramo)		Minerales	
Tiamina (B1)	45	Sodio	0.13 %
Riboflavina (B2)	60	Cloro	0.85 %
Niacina	350	Potasio	3.24 %
Piridoxina (B6)	30	Calcio	0.07 %
Acido pantoténico	170	Magnesio	0.28 %
Acido fólico	11	Cobre	1.6 ppm
Biotin	3	Manganeso	10.3 ppm
Choline	2000	Hierro	48.0 ppm
Inositol	1400	Zinc	43.0 ppm

Aminoácidos (% sobre proteínas)

Alanina	7.3	Lisina	7.5
Arginina	6.3	Metionina	1.7

Ácido aspártico	10.0	Fenilalanina	4.2
Acido glutámico	13.7	Proline	4.8
Glicina	5.0	Serine	4.8
Histidina	2.5	Treonina	4.5
Isoleucina	4.5	Tripsofano	1.0
Leucina	6.8	Tirosina	3.5
		Valina	5.5 (11).

a.2 Generalidades sobre aditivos para alimentos.

Los conocimientos actuales de la nutrición en la industria de los alimentos, han llevado a un mejor balance de dietas, utilizando aditivos que garantizan un suministro exacto de los requerimientos de los animales. Hoy en día "Energía y potencia" no son los únicos parámetros en el cálculo de las raciones, son el grupo de los aditivos a quien toca un papel muy importante en la alimentación (10).

Los aditivos para alimentos se pueden catalogar en:

1. Sustancias auxiliares

Son aquellas para las cuales el animal tiene una necesidad nutro-fisiológica (10).

1.1 Vitaminas.

Suple necesidades, mejora salud, fertilidad, rendimiento, previene enfermedades ejemplo: A,D,E,C,K, complejo "B" (10).

Factores de crecimiento en insectos, nutrición y sus funciones fisiológicas.

-Factores solubles en agua Principales funciones Fisiológicas

Tiamina	Componentes de coenzima tiamina, pirofosfatos (tpp) o carboxilos
Riboflavina	Componentes de coenzimas flavin

	mononucleotida (FMN) y flavin adenin dinucleotido (FAD)
Acido Nicotínico	Componente de coenzimas nicotin-adenin dinucleotido (NAD) y nicotin adenin fosfato (NADP)
Piridoxina (B6)	Componente de coenzima piridoxal fosfato
Acido pantotémico	Componente de coenzima A
Biotin	Coenzimas para reacciones enzimáticas de adición complicada para CO ₂ y otras unidades
Acido fólico	Separación de las unidades de carbón de transferencia complicada
Vitamina C	Capaz de sugerir la función de oxidación y reducción reversible de como transportar hidrógeno a las células respiratorias (10)
-Factores lipo-subles	
Vitamina A	Componente de rodopsin. Otras funciones semejantes como efectos sobre el crecimiento
Vitamina E	Antioxidante, especial para grasas otras funciones semejantes como la respiración celular
Vitamina K	Complica la síntesis de protambina en mamíferos, el transporte y oxidación de electrones en microorganismos (10).

b. Dietas de alimentación larvaria en la cría masiva de la mosca del mediterráneo (Ceratitís capitata W) a nivel de laboratorio.

Castañeda Arriaza, C.A. (3), reporta dietas utilizadas por investigadores en la alimentación larvaria para la cría masiva de la mosca del mediterráneo (Ceratitís capitata W) a nivel de laboratorio formuladas a base de : Benzoato de sodio, ácido cítrico, azúcar, levadura, afrecho, germen de trigo, bagazo de caña y otros componentes como el hipagin, ácido clorhídrico, polvo de zanahoria, levadura de

torula etc.

3.1.6. Nutrición del insecto

Desde hace cinco décadas se ha venido investigando acerca de la nutrición de los insectos, y se ha llegado al punto de determinar los requerimientos nutritivos de muchos insectos en dietas artificiales las cuales les proporcionan un buen crecimiento y desarrollo y reproducción. Es necesario continuar con este tipo de investigación especialmente con especies que económicamente son importantes como es el caso de la mosca del mediterráneo (4).

Las dietas artificiales tratan de proveer al insecto de su requerimientos nutricionales, para que pueda crecer desarrollarse igual o mejor que como lo haría en su ambiente bajo las mejores condiciones (4).

El valor de la dieta se basa en la composición química de sus componentes, así como en el balance adecuado de los mismos, además de los procesos metabólicos del insecto. Sin embargo existen algunos componentes que se consideran indispensables en la dieta artificial para la producción masiva de la mosca del mediterráneo, estos son:

3.1.6.1. Carbohidratos

Son fuente de energía para el insecto y éste además puede almacenarlos en forma de grasa como reservas energéticas. Los carbohidratos son esenciales en la dieta artificial, y son necesarios en grandes cantidades, siendo generalmente aportados por la sacarosa (azúcar granulada común), que es una fuente apropiada y económica de carbohidratos, de fácil manejo y obtención. Los carbohidratos pueden ser sustituidos por proteínas y grasas, lo que depende de la habilidad del insecto para convertirlos en reductores energéticos y a la velocidad con que lo logre realizar (4).

3.1.6.2. Aminoácidos

Los aminoácidos son componentes estructurales de las proteínas que a su vez constituyen el principal componente de cualquier organismo vivo, en este caso los insectos, que están formados por más de un 50% de proteína (4).

La mosca del mediterráneo necesita de un suplemento especial de aminoácidos, lo que se debe a que le son útiles para tener una buena fecundidad (4).

3.1.6.3. Grasas

La grasa es la forma en que la energía es almacenada, y la habilidad para almacenar esta grasa es generalizada en los insectos, pero excepto en pequeñas cantidades las grasas no son necesarias en la dieta. Las reservas de grasa en el organismo del insecto son afectadas cualitativa y cuantitativamente por la grasa de la dieta, ya que esta grasa debe ser transformada por el insecto antes de ser almacenada, lo que implica un gasto energético del insecto, que algunas veces reduce se calidad (4).

3.1.6.4. Lípidos

Son ésteres de uno o más ácidos grasos y glicerol, los cuales son formados a partir de una hidrólisis enzimática en el tracto digestivo de los insectos. Los insectos tienen la capacidad de sintetizar los lípidos a partir de proteínas y carbohidratos, mientras tanto otros son sintetizados como los ácidos linoléico y linolénico, siendo utilizados para la formación de lípidos fosatídicos los cuales son utilizados para la formación de alas y para la emergencia del insecto. Son importantes también para la formación de las membranas celulares. También se forman lípidos acetilicos los que son esenciales para la transmisión neural (4).

3.1.6.5. Esteroles.

Los insectos necesitan de esteroles para el crecimiento y desarrollo normal, así como para su reproducción. Los dípteros pueden utilizar variedad de esteroles y convertirlos en colesterol o 7-dehidrocolesterol. Algunos insectos necesitan esteroles específicos que en su ambiente natural se encuentran solamente en algunas plantas, mientras que en dietas artificiales son producidos sintéticamente, como es el caso del escotanol, que no puede ser reemplazado por el colesterol. No existe ninguna evidencia que indique que los insectos sean capaces de sintetizar los esteroles. Algunas sustancias agregadas a la dieta pueden reemplazar al colesterol, pero no cumplen su función, si no solamente una función estructural en los componentes, lo cual no satisface los requerimientos metabólicos del insecto, produciendo con ello insectos más pequeños y anormales (4).

3.1.6.6. Vitaminas

Son sustancias orgánicas, que son necesarias en la dieta en pequeñas cantidades, ya que el insecto no es capaz de sintetizarlas. Las vitaminas entre otras funciones que cumplen, son componentes de las coenzimas. Las vitaminas solubles en agua como las del complejo "B" (tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, piridoxina y ácido pantoténico) son esenciales para la mayoría de insectos, en cambio la biotina y el ácido fólico son requeridos solamente por algunos insectos (4).

Para algunos insectos las vitaminas del complejo "B" les son proveídas por la asociación con algunos microorganismos, que ayudan a estos a sintetizarlas durante simbiosis intracelulares (4).

El ácido ascórbico (vitamina C), puede ser sintetizada por algunos insectos, y aunque no se le considera esencial se sabe que ayuda al insecto en el crecimiento larvario, lo que indica el por que la mosca tiene cierta preferencia por los cítricos (4).

La provitamina "A" (carotenos) es de suma importancia para los

insectos, ya que es un componente esencial de los pigmentos visuales. Los huevos del insecto contienen cantidades de provitamina "A", que ayuda al crecimiento de las larvas, volviéndolas más activas, además le da el color amarillo a la larva, y reduce la melanización. El tocoferol (vitamina E) se ha demostrado que ayuda a aumentar la fertilidad de las hembras de los dípteros (4).

3.2. MARCO REFERENCIAL

3.2.1. Localización del área experimental

El estudio de evaluación de cinco niveles de suplemento vitamínico y dos tipos de panecillo de alimentación y su efecto sobre la fecundidad y la fertilidad de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* W.), se realizó en la planta de cría y esterilización de mosca del mediterráneo en el municipio de San Miguel Petapa, localizado a 23 kilómetros del departamento de Guatemala.

3.2.2. Descripción de la planta de cría y esterilización de mosca del mediterráneo

La planta de producción del programa MOSCAMED, se localiza en el Municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala, produciendo las moscas estériles que se utilizan por el programa para el control de la plaga de la mosca de la fruta. Inició su actividad de producción de insectos estériles el 5 de agosto de 1984, y tiene en la actualidad una producción promedio de 175 millones de pupas estériles por semana, para su posterior liberación.

El sistema de cría utilizado por la planta de MOSCAMED en el sistema conocido como "Popping", en el cual la larva se separa en forma natural de la dieta artificial en donde se ha desarrollado, saltando de las bandejas de cría cuando ha alcanzado la madurez larval, para iniciar el proceso de pupación a un ambiente diseñado para ello.

El proceso de cría masiva en la planta de producción de mosca estéril de San Miguel petapa está conformada por 4 departamentos: a) Departamento de cría, b) Departamento de control de proceso, c) Departamento de mantenimiento y d) Departamento administrativo, departamentos que a su vez se subdividen en diferentes áreas, que se describen a continuación principalmente aquellas en las que se llevó a cabo la investigación.

3.2.2.1. Departamento de Cría.

Es la estructura medular del centro de producción de mosca del mediterráneo estéril y tiene la finalidad de definir y establecer los procedimientos y condiciones adecuadas para el manejo y desarrollo de los estados inmaduros del insecto (huevecillo, larva y pupa), es el encargado del mantenimiento de la colonia de adultos fértiles.

Para fines de ordenamiento del proceso de cría este departamento se ha subdividido en diferentes áreas que se describen a continuación.

a) Área de reproductores

Esta área como su nombre lo indica es la encargada de hospedar colonias de adultos fértiles reproductores u ovoposidores, constituidos en jaulas de aluminio cubiertas con tela de algodón colocadas sobre canales colectores de huevecillos los cuales contienen agua. El módulo permanece constantemente bajo fuertes condiciones de sanidad proporcionando condiciones ambientales adecuadas para el desarrollo normal del insecto. El módulo describe condiciones ambientales de 25 ± 1 C. $75 \pm 5\%$ H.R. de igual forma las jaulas son iluminadas con tubos de gas-neón oscilando la iluminación externa entre 10,000 a 15,000 lux.

b) Área de burbujeo o incubación de huevecillos.

Esta área se caracteriza por contener condiciones de temperatura controlada, contando para el efecto con un sistema automático de aire caliente accionado por un termostato, para mantener en condiciones

requeridas (27 y 28 C y H. R. 75 + ó - 5%) botellones (relación 21:1) en constante burbujeo que contienen soluciones de agua purificada y huevecillo de la mosca del mediterráneo.

- c) Area de preparación de dieta.
- d) Area de siembra.
- e) Area de manejo larval.
- f) Area de colecta de larvas.
- g) Area de maduración de pupas.

3.2.2.2. Departamento de control de proceso

Este departamento está conformado por cuatro secciones de b.1) Irradiación y control b.2) Control de calidad b.3) Laboratorio de microbiología b.4) Laboratorio de físico-química

Y se ocupan de establecer un control sobre la composición e ingredientes de las dietas velando porque cumpla con los requisitos mínimos físico-químicos y microbiológicos establecidos, monitorear las condiciones ambientales dentro de los módulos de producción y maduración de pupas, manejo del insecto en estado de pupa, así como de irradiarlo para su esterilización y finalmente se encarga de evaluar la calidad del insecto producido.

3.2.2.3. Departamento Administrativo.

Tal como su nombre lo indica este departamento es el encargado de administrar los recursos financieros asignados a la planta de cría y esterilización de mosca del mediterráneo.

3.2.2.4. Departamento de Mantenimiento.

Este departamento es el encargado de facilitar o en su efecto fabricar equipo que facilite el proceso productivo además de proporcionar:

- a) Mantenimiento a la planta.
- b) Procesado de bagazo de caña y aserrín de pino.

4. OBJETIVOS.

4.1. GENERAL.

Conocer el comportamiento en la producción de huevecillos y su porcentaje de eclosión en la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.), debido al aditamento de un suplemento vitamínico a dos diferentes panecillos de alimentación proporcionado a los adultos ovoposidores.

4.2. ESPECIFICOS.

Determinar si existen o no diferencias entre los dos panecillos proporcionados a los adultos de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.), y su efecto sobre la producción de huevecillos y el porcentaje de eclosión.

Determinar dentro de los niveles evaluados de suplemento vitamínico, cual es el más adecuado para obtener la mayor producción y porcentaje de eclosión de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.).

Determinar la relación de azúcar proteína y el nivel de suplemento vitamínico a agregar, que haga más rentable la etapa de producción de huevecillos de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.)

5. HIPOTESIS.

No existe diferencia entre el panecillo normal (relación 3:1)*, proporcionado en la alimentación de los adultos ovopositores y el panecillo de relación 4:1, en cuanto a la cantidad de huevecillos y el % de eclosión.

Por lo menos uno de los cinco niveles de suplemento vitamínico a evaluar produce una cantidad de huevecillos y un porcentaje de eclosión diferente a los demás.

/*Dieta para adultos compuesta a base de azúcar y proteína hidrolizada enzimáticamente en una relación de 3:1.

6. METODOLOGIA.

6.1. MATERIAL EXPERIMENTAL.

6.1.1. INSECTOS.

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizaron pupas, que posteriormente a un día de ser colocadas en las jaulas de ovoposición pasaron a constituir lo que se conoce como la colonia de adultos fértiles reproductores u ovoposidores que utiliza el programa en la cría masiva.

6.1.2 COMPOSICION DEL SUPLEMENTO VITAMINICO.

Metionina 45 gramos

Lysina 5 gramos

Vitaminas

A 150000 unidades internacionales

D3 200000 unidades internacionales

E 4000 unidades internacionales

C 20 gramos

Acido cítrico 5 gr.

6.2. FACTORES EVALUADOS.

Se evaluaron dos factores: El factor "A" conformado por el tipo de panecillo en dos modalidades, normal (relación 3:1) y modificado (relación 4:1). Las relaciones se refieren a la parte de azúcar y de proteína hidrolizada utilizadas en la preparación de los panecillos.

El factor "B" conformado por el nivel de suplemento vitamínico adicionado a los panecillos. En este caso se evaluaron cinco modalidades: 0, 0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 % de suplemento vitamínico.

Los tratamientos resultantes de la combinación de los dos factores mencionados anteriormente se detallan en el cuadro 4.

CUADRO 3. Tratamientos evaluados.

No	FACTOR A	FACTOR B	TRAT.	DESCRIPCION
1	3:1	0.0%	3:1-0.0%	Panecillo de relación 3:1 con 0.0% de sup. vit.
2	3:1	0.5%	3:1-0.5%	Panecillo de relación 3:1 con 0.5% de sup. vit.
3	3:1	1.0%	3:1-1.0%	Panecillo de relación 3:1 con 1.0% de sup. vit.
4	3:1	1.5%	3:1-1.5%	Panecillo de relación 3:1 con 1.5% de sup. vit.
5	3:1	2.0%	3:1-2.0%	Panecillo de relación 3:1 con 2.0% de sup. vit.
6	4:1	0.0%	4:1-0.0%	Panecillo de relación 4:1 con 0.0% de sup. vit.
7	4:1	0.5%	4:1-0.5%	Panecillo de relación 4:1 con 0.5% de sup. vit.
8	4:1	1.0%	4:1-1.0%	Panecillo de relación 4:1 con 1.0% de sup. vit.
9	4:1	1.5%	4:1-1.5%	Panecillo de relación 4:1 con 1.5% de sup. vit.
10	4:1	2.0%	4:1-2.0%	Panecillo de relación 4:1 con 2.0% de sup. vit.

/Relación 3:1 Y 4:1 Dieta de alimentación de adultos de mosca del mediterráneo compuesta a base de azúcar y proteína hidrolizada.

6.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO.

6.3.1. PANECILLOS DE ALIMENTACION UTILIZADOS EN LA DIETA DE OVOPOSITORES.

Los panecillos que se utilizaron en cada uno de los tratamientos para desarrollar la presente investigación tuvieron las mismas características morfológicas a los utilizados por el departamento de cría, es decir de igual peso 360 gramos, de color café, y de forma rectangular con dimensiones de 14.5 centímetros de largo, 8.5 centímetros de ancho y 2 centímetros de espesor.

6.3.2. PREPARACION DE LOS PANECILLOS UTILIZADOS EN LOS TRATAMIENTOS.

El proceso para la preparación de dietas para cada uno de los tratamientos fue el siguiente:

- a. Haciendo una relación de peso y densidad poblacional utilizada en cada uno de los tratamientos se determinó utilizar 2 panecillos para cada tratamiento considerando llenar con estos los requerimientos nutricionales de la población.
- b. Se pesaron los ingredientes de las dos diferentes dietas (factor A panecillos de relación 3:1 y 4:1) cuya relación fue de 3 y 4 partes de azúcar por una parte de proteína hidrolizada.
- c. Haciendo una relación de peso se calculó la cantidad de suplemento vitamínico agregado a cada uno de los tratamientos.
- d. Para mezclar los ingredientes de los tratamientos se utilizaron bolsas plásticas con la finalidad de homogenizar los tres componentes azúcar/proteína y suplemento vitamínico en los tratamientos en que fuera necesario.
- e. Posteriormente las mezclas fueron colocadas en contenedores plásticos (moldes de panecillo de dieta).
- f. Se identificaron cada una de las dietas formuladas, y se dejaron hidratar por un período de 12 horas bajo las condiciones de 29 grados centígrados y 95 % de H.R.
- g. Posteriormente las dietas fueron trasladadas al módulo de dieta de adultos para su deshidratación a un ambiente de 30 grados centígrados y

50% de H.R. "

h. Después de 6 horas en el módulo anterior, los panecillos estuvieron disponibles para ser colocados en las jaulas correspondientes a cada uno de los tratamientos.

6.3.3. PREPARACION DE JAULAS DE REPRODUCTORES.

a. Se tensó la tela de algodón de las jaulas, antes de colocar las pupas en el interior de la misma.

b. Se colocaron los papeles filtro, dentro de los cortes longitudinales que poseen los tubos de abastecimiento de agua. Estos tubos son de material P.V.C.

c. Se colocaron 4 gramos de benzoato de sodio dentro de cada tubo de abastecimiento de agua y en cada una de las jaulas.

d. Se distribuyó equitativamente en el piso de la parte inferior e interior de la jaula los 600 mililitros de pupas que se utilizaron en cada uno de los tratamientos.

e. Se colocaron los panecillos de la dieta de alimentación de adultos a evaluar sobre un cedazo de metal en la parte inferior de la jaula, mismas que conformaron cada uno de los tratamientos.

f. Se sellaron con cinta adhesiva las tapaderas de las jaulas, para evitar fuga de insectos adultos y se identificaron las mismas con la letra del respectivo tratamiento.

g. Los tubos de abastecimiento de agua de las jaulas se nivelaron con agua con un periodo de frecuencia de 48 horas.

6.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo combinatorio 2X5 con seis repeticiones.

La utilización de este diseño se justifica dado a que permitió conocer información considerando los dos factores a la vez. Particularmente en este caso nos permitió determinar estadísticamente las diferencias entre los tratamientos del factor "A" (panecillos de alimentación), y las modalidades del factor "B" (niveles de suplemento vitamínico) simultáneamente.

6.4.1. MODELO ESTADISTICO.

El modelo estadístico del diseño utilizado es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \sigma_j + \alpha\sigma_{ij} + E_{ijk}$$

donde:

- Y_{ijk} = Variable respuesta
- μ = Efecto de la media general
- α_i = Efecto de la i...esima modalidad del factor A
- σ_j = Efecto de la j...esima modalidad del factor B
- $\alpha\sigma_{ij}$ = Efecto de la interacción del factor A con el factor B
- E_{ijk} = Efecto del error experimental.

6.5. VARIABLE RESPUESTA.

Las variables respuesta evaluadas fueron:

6.5.1. Producción de huevecillos.

Esta variable se midió con el fin de evaluar el efecto de los panecillos de alimentación y la adición de los diferentes niveles de suplemento vitamínico expresados en porcentaje cuantificando la producción de huevecillos por día, expresada en mililitros utilizando, para el efecto una probeta graduada de 100 mililitros.

6.5.2. Porcentaje de eclosión.

La medición de esta variable permitió evaluar la calidad de los huevecillos producidos en cada uno de los tratamientos evaluados determinando el porcentaje de eclosión de los mismos.

El proceso para determinar los valores de eclosión fue:

- a. Se seccionó el papel filtro a dimensiones de 5X5 cm.
- b. Se cuadrículó en 100 rejillas el papel filtro seccionado en el paso anterior.
- c. Se seccionaron esponjas de forma circular de 1/4 de espesor utilizadas como abastecedoras de agua al papel filtro receptor de los huevecillos.
- d. Para determinar el porcentaje de eclosión se utilizó una caja petri, conteniendo en su interior un papel filtro cuadrículado en cien rejillas. En cada una se colocó un huevecillo. Este proceso se hizo en duplicado para cada uno de los tratamientos, esperando para la lectura de su eclosión un lapso de cuatro días de incubación, que es el período que normalmente se necesita.

6.6. ANALISIS ECONOMICO.

Partiendo de los datos que se obtuvieron en el experimento, se hicieron las relaciones con el fin de determinar el costo necesario para cada uno de los tratamientos, tanto por ciclo de producción de huevecillos (14 días) como para producción anual.

Para ello se utilizaron los siguientes datos que se ilustran en el cuadro 4.

CUADRO 4. CANTIDAD Y PRECIO DE LOS INSUMOS UTILIZADOS POR CICLO Y AÑO DE PRODUCCION

INSUMO	PRECIO/KG	Kg/ciclo	Kg/año
AZUCAR	Q. 2.756	233.28	5598.72
PROTEINA	Q. 133.68	77.76	1866.24
SUP. VIT.	Q. 144.346	1.56	37.32

7. RESULTADOS Y DISCUSION.

En el cuadro 5 y 6 se muestran los resultados promedio obtenidos en la producción de huevecillos y su análisis de varianza.

CUADRO 5. PROMEDIOS OBTENIDOS EN LA PRODUCCION DE HUEVECILLOS EXPRESADOS EN ml.

T/RE	R1	R2	R3	R4	R5	R6	MEDIAS
T1	10.756	15.778	12.167	15.833	11.500	8.588	12.437
T2	11.533	16.944	16.333	16.667	13.166	9.055	13.950
T3	10.422	14.333	12.833	17.111	13.944	9.200	12.974
T4	10.911	15.222	14.022	16.444	13.444	8.888	13.155
T5	11.633	16.944	13.333	16.722	9.388	8.555	12.762
T6	11.800	16.000	13.911	17.611	14.111	8.611	13.674
T7	10.800	14.333	14.722	16.333	13.222	6.388	12.633
T8	12.956	15.556	14.000	18.111	13.111	8.255	13.664
T9	12.356	16.000	13.944	15.722	13.500	8.133	13.275
T10	12.489	14.556	15.811	17.389	12.944	6.477	13.277

CUADRO 6. CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE PRODUCCION DE HUEVECILLOS.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
Trata.	9	12.97	1.44	0.14	0.99
A	1	0.94	0.94	0.09	0.76
B	4	0.89	0.22	0.02	0.99
AB	4	11.14	2.78	0.27	0.90
Error	50	517.95	10.36		
Total	59	530.93			

$$c.v. = 24.4209$$

En los cuadros 7 y 8 se muestran los resultados promedio obtenidos en la eclosión de huevecillos y su análisis de varianza.

CUADRO 7. PROMEDIOS OBTENIDOS EN LA VARIABLE PORCENTAJE DE ECLOSION TRANSFORMADOS EN ARCOSENO DE X.

$$(X = \text{Sen}^{-1} \sqrt{\% \text{ ECLOSION}})$$

100

T/REP	R1	R2	R3	R4	R5	R6	MEDIAS
T1	62.483	67.056	69.924	67.985	65.507	67.801	66.792
T2	61.439	68.580	69.190	69.050	65.860	68.400	67.480
T3	63.230	66.840	69.986	69.050	65.860	68.400	67.230
T4	61.253	67.128	68.920	70.580	67.220	66.520	66.930
T5	63.663	66.197	70.070	70.010	68.660	66.970	67.590
T6	62.365	67.060	69.430	68.300	65.470	67.680	66.720
T7	61.420	66.680	68.940	69.189	65.540	66.480	66.370
T8	63.870	69.706	70.800	68.840	67.930	68.000	68.190
T9	64.030	66.869	67.980	69.220	65.570	67.060	66.790
T10	65.320	67.128	68.980	68.680	68.810	66.320	67.540

CUADRO 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE PORCENTAJES DE ECLOSION.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	SIGNIFICANCIA
Trata.	9	15.85	1.76	0.27	0.978
A	1	0.11	0.11	0.02	0.90
B	4	9.31	2.33	0.36	0.83
AB	4	6.43	1.61	0.25	0.91
Error	50	321.53	6.43		
Total	59	337.39			
		c.v. = 3.7755			

Considerando los resultados de los análisis de varianza del

experimento que se muestran en los cuadros 6 y 8 podemos observar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados y para ninguna de las variables consideradas.

Respecto a los coeficientes de variación podemos decir que aunque se observa una diferencia para cada uno de los análisis realizados, esta no implica que el manejo que se le dio al experimento no haya sido bien conducido, ya que no existe ninguna regla objetiva que nos sirva de parámetro y además el valor más bajo (3.78), se obtuvo de un análisis con datos que necesitaron transformación por el tipo de datos originales.

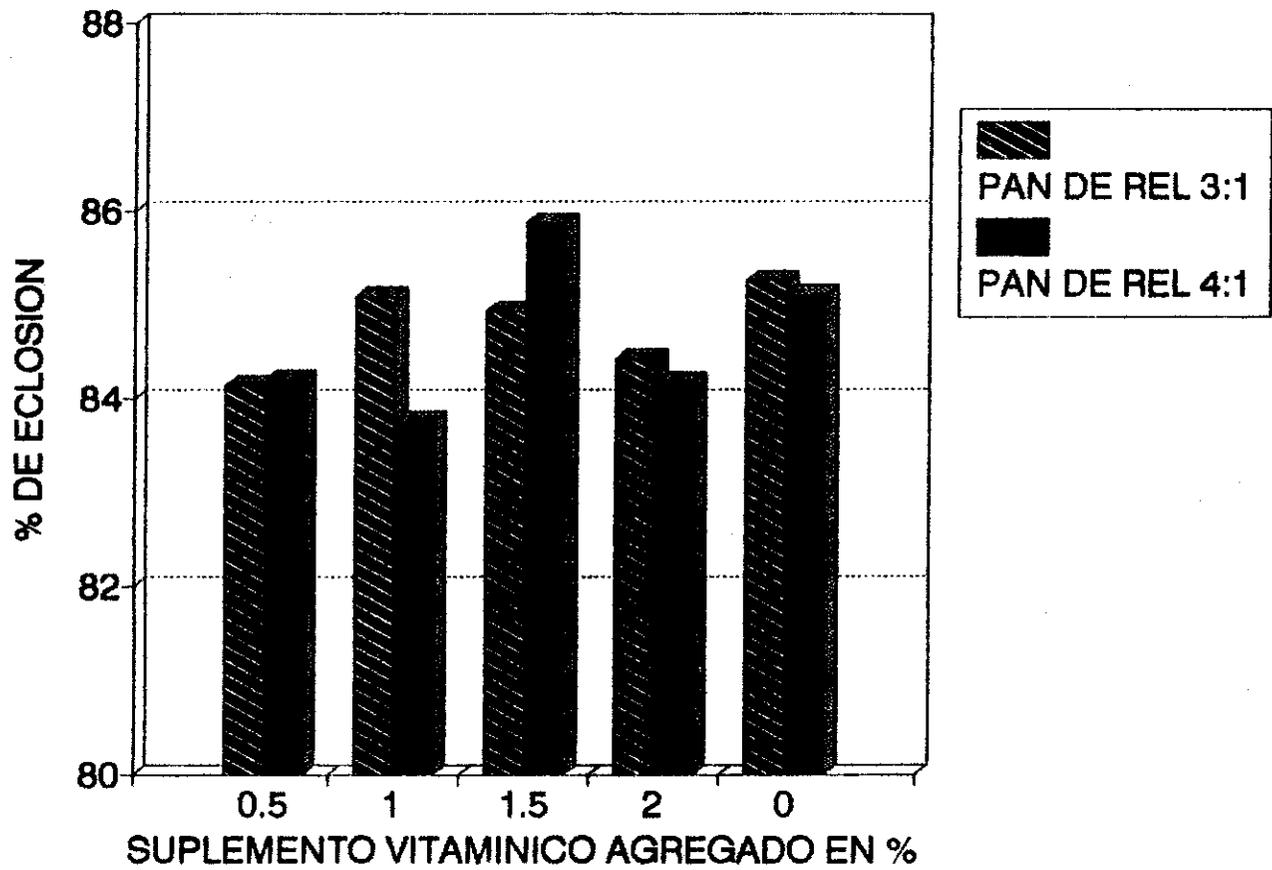
Lo anterior nos sugiere que el suplemento vitamínico no tiene ningún efecto sobre las etapas biológicas de producción de huevecillos y su potencial de eclosión en la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.). Estas etapas pueden ser consideradas como unas de las básicas en un proceso de producción masiva de mosca estéril, ya que en base a ellas se puede inducir la producción a tener.

Uno de los factores considerados en este experimento fue la formulación utilizada en la elaboración de los panecillos los cuales tienen como componentes principales el azúcar y la proteína hidrolizada, utilizando en este caso las proporciones de 3:1 y 4:1 respectivamente, mismas que no mostraron diferencias sobre las dos variables en estudio.

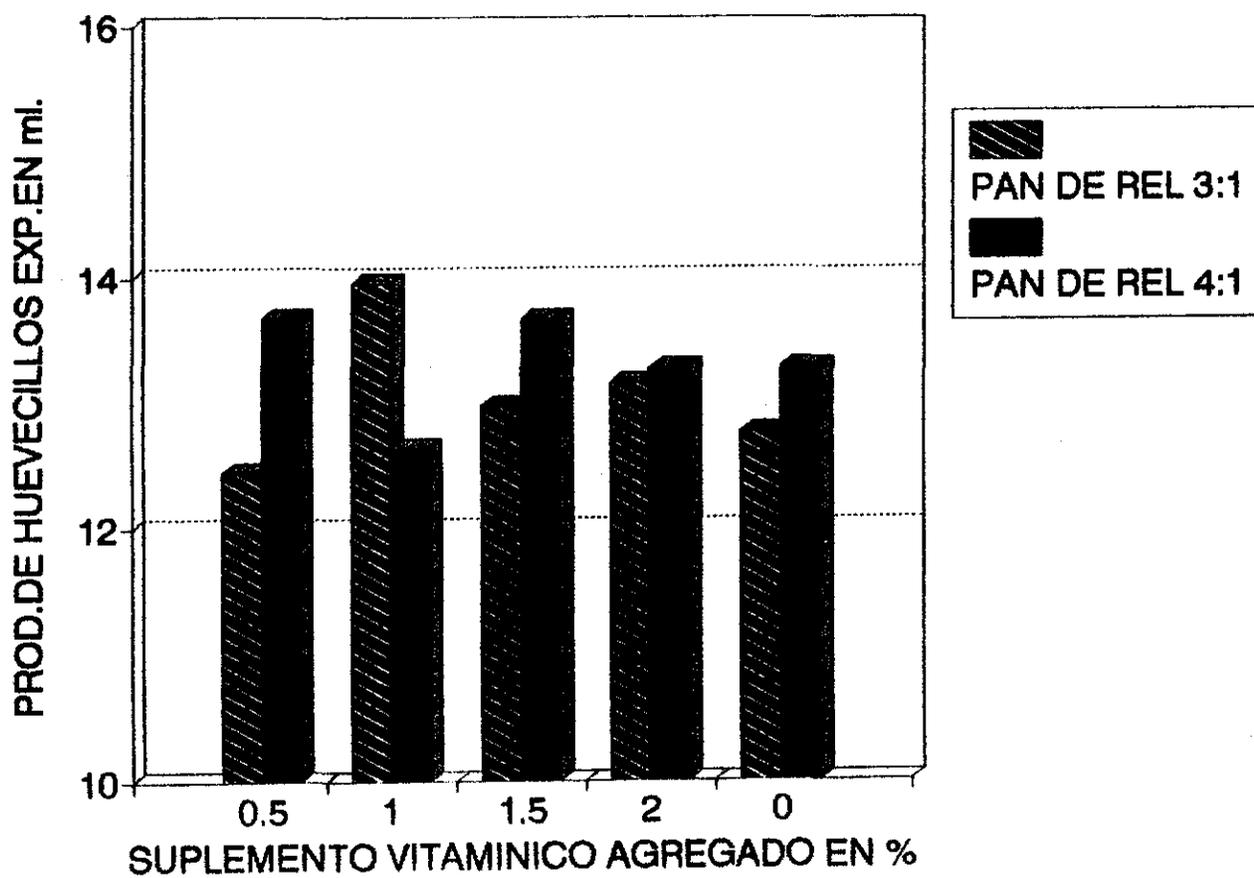
En las gráficas 1 y 2 podemos observar que al comparar el efecto de los tratamientos evaluados sobre la variable producción de huevecillos el tratamiento 2 en el cual se evaluó la utilización de un panecillo de alimentación de relación 3:1 (azúcar proteína) con una adición de 1% de suplemento vitamínico resulta en apariencia ser el mejor con una media de 13.95 ml. de producción, valor que se asemeja en los tratamientos 6 y 8 que presentan medias con valores al rededor de 13.67 ml. Por otro lado al considerar los resultados que se observan en la gráfica que muestra el efecto de los diferentes tratamientos sobre la variable porcentaje de eclosión, notaremos que el tratamiento 8 (panecillo de relación 4:1 con adición de 1.5% de

suplemento vitamínico), muestra cierta ventaja sobre los demás tratamientos con un valor promedio de 68.2% de eclosión. Si comparamos este valor con el tratamiento 2 que resulta ser en apariencia el mejor en producción notamos que su efecto fue mayor y de igual manera sucede con el tratamiento 6, no así para el caso del tratamiento 10 (panecillo de relación 4:1 sin adición de ningún nivel de suplemento vitamínico), que muestra valores cercanos a los del tratamiento 8 tanto en producción como en porcentaje de eclosión.

De lo anterior es de considerar que estadísticamente las diferencias entre los tratamientos sobre las variables evaluadas fueron no significativas.



GRAFICA 1. Comparación de la variable porcentaje de eclosión en moscas del mediterráneo (*Ceratitis capitata* W.)



GRAFICA 2. Comparación de la variable producción de huevecillos en moscas del mediterráneo (*Ceratitís capitata* W.)

Tomando en consideración que no existieron diferencias tanto en la proporción de azúcar-proteína utilizadas en la elaboración de los panecillos, como en los diversos niveles de suplemento vitamínico agregados, podemos utilizar como discriminante el factor económico, ya que el costo de una producción utilizando cualquiera de las formulaciones evaluadas varían considerablemente entre una y otra como se puede observar en el cuadro 9.

CUADRO 9 COSTO PROMEDIO EN QUETZALES DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS EVALUADOS REFERIDO A LA UNIDAD DE PANECILLO PREPARADO.

TRAT.	%DE S.V AGREGAD	REL.	COSTO EN QUETZALEZ	COSTO EN QUET- ZALES/CICLO	COSTO ANUAL/ EN QUETZALES
T1	(0.5%)	3:1	13.04	5,633.28	135,198.72
T2	(1.0%)	3:1	13.25	5,724.00	137,376.00
T3	(1.5%)	3:1	13.44	5,806.08	139,345.92
T4	(2.0%)	3:1	13.64	5,982.48	141,419.52
T5	(0.0%)	3:1	12.86	5,555.55	133,333.20
T6	(0.5%)	4:1	10.69	4,618.08	110,833.92
T7	(1.0%)	4:1	10.90	4,708.80	113,011.20
T8	(1.5%)	4:1	11.10	4,795.20	115,084.80
T9	(2.0%)	4:1	11.34	4,898.88	117,573.12
T10	(0.0%)	4:1	10.27	4,436.64	106,479.36

Si observamos el cuadro anterior, notaremos que el tratamiento 10 en el cual se consideró un panecillo elaborado con una proporción de azúcar-proteína 4:1 y sin agregarle suplemento vitamínico resulta ser el más económico. Con esto podemos considerarlo como la opción más

viable con fines a aumentar la eficacia del proceso de producción masiva de MOSCAMED, en su fase de alimentación de colonias fértiles ovopositoras, ya que con su uso podríamos esperar un ahorro de Q 26,853.84 en relación al utilizado actualmente por año lo cual viene a representar un 20.14 %.

Es de hacer notar que considerando los valores numéricos de las medias obtenidas que se muestran en los cuadros 8 y 9 en cada uno de los tratamientos y en las dos variables evaluadas, el tratamiento que muestra mayor grado de eficacia fue el tratamiento 8 el cual evaluó una proporción de azúcar-proteína 4:1 y una adición de 1.5% de suplemento vitamínico el cual al ser objeto de evaluación en las fases de producción posteriores a las evaluadas tales como: capacidad de vuelo, longevidad, y capacidad de cópula, podría resultar ser más eficiente para los fines del programa en relación a los posibles resultados obtenidos al utilizar en la alimentación de las colonia el tratamiento que en este caso resulta ser el más económico, situación que nos llevaría a tener cierto beneficio de la adición de vitaminas en las primeras etapas biológicas de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.).

8. CONCLUSIONES

1. El efecto en la producción de huevecillos y su potencial de eclosión en la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.) es el mismo estadísticamente para todos los tratamientos evaluados.
2. El panecillo con más contenido de azúcar en su composición, es más económico y tiene el mismo efecto sobre las variables evaluadas que el usado actualmente por el departamento de cría del programa MOSCAMED.
3. El tratamiento en el cual se evaluó un panecillo preparado con una relación de azúcar-proteína de 4:1 y una adición de suplemento vitamínico del 1.5% en peso podría ser una buena alternativa si el efecto de las vitaminas se hace notorio en las últimas etapas biológicas de la mosca del mediterráneo (Ceratitis capitata W.).

9. RECOMENDACIONES

1. Utilizar en la alimentación de las colonias ovopositoras el panecillo con contenidos de azúcar y proteína en relación 4:1 ya que es más económico que el usado actualmente (relación 3:1), y su efecto es estadísticamente el mismo sobre la producción y eclosión de huevecillos.

2. Llevar a cabo un ensayo en el cual se evalúen panecillos preparados con una relación de 4:1 y los mismos niveles de suplemento vitamínico agregados en este estudio y en etapas posteriores a las evaluadas, ya que las vitaminas podrían mostrar algún efecto beneficioso para los fines del programa MOSCAMED, como podría ser, capacidad de vuelo, longevidad y capacidad de cópula.

XI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

1. ARGENTINA, B.A. 1,978. Necesidades nutritivas de los animales domesticos. Argentina, Consejo Nacional de Investigación. p. 3-12.
2. _____ . 1983. Enciclopedia Agropecuaria Argentina; insectos y otros enemigos de la quinta. Argentina, Hemisferio Sur. p. 162.
3. CASTANEDA ARRIAZA, C.A. 1993. Evaluación y determinación del tamaño de partícula adecuado del bagazo de caña como un inherente en la dieta larvaria de la mosca del mediterráneo (*Ceratitidis capitata* W.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 14.
4. CRUZ U., J.F. 1992. Determinación del porcentaje óptimo de sacarosa y evaluación de germen de trigo como fuente de esteroleos en la dieta artificial en la mosca del mediterráneo (*Ceratitidis capitata* W.) producido en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 5-8, 21-28.
5. GARCIA, R.; GROSS, 1,988, Diccionario enciclopédico ilustrado. 4 ed. Mexico, Larousse. tomo. 2, p. 599.
6. HAFEZ, E. S. E.; DYER, I.A. 1,972. Desarrollo y nutrición animal. Trad. por Pedro Ducar Maluenda. Zaragoza, España, Acribia. p. 404-423.
7. KLEE, G.A. 1981. Control autocida Guatemala. Guatemala, Programa Moscamed. p. 1-3.
8. LENDEL, C.E. 1,984. Zoología. Trad. por William J.Mc. Mexico, Cecsá. p. 288-292.
9. LEON, G. DE. 1981. La mosca del mediterráneo. Guatemala, Programa Moscamed. p. 14.
10. MURRAY, S.B. 1,984. Fundaments of, insect physiology. Athenas, Georgia, EE.UU., Athenas University of Georgia. p. 76-78.
11. PROGRAMA MOSCAMED (Gua.). 1989. Proteína hidrolizada proporcionada como alimentación de adultos oviposidores. Guatemala. p. 1.

V.Bo.

Rolando Parrios







UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMIA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
 AGRONOMICAS

Ref. Sem. 020-94

LA TESIS TITULADA: "EVALUACION DE CINCO NIVELES DE SUPLEMENTO VITAMINICO Y DOS TIPOS DE PANECILLO DE ALIMENTACION Y SU EFECTO SOBRE LA FECUNDIDAD Y FERTILIDAD EN LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (Ceratitis capitata W.)".

DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: MANFREDO EUGENIO FUENTES ALMENGOR

CARNET No. 85-30129

HA SIDO EVALUADA POR LOS PROFESIONALES: Ing. Agr. Salvador Sánchez
 Ing. Agr. Tomás Padilla
 Ing. Agr. Edil Rodríguez
 Ing. Agr. Eugenio Orozco

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las normas universitarias y reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.


 Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno
 ASESOR


 Ing. Agr. Luis Andrade
 ASESOR


 Ing. Agr. Rolando Lara Aletio
 DIRECTOR DEL IIA.



I M P R I M A S E


 Ing. Agr. Efraim Medina Guerra
 DECANO



c.c. Control Académico
 Archivo
 /prr.

APARTADO POSTAL 1545 - 01901 GUATEMALA, C. A.
 TELEFONO 769794 - FAX (5022) 769770

