

1987 - B

CODIGO: 080669879

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

---

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS



INFLUENCIA DE LOS MACRO Y MICROELEMENTOS EN EL  
DESARROLLO, CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE LA GRANA O  
COCHINILLA Dactylopius coccus COSTA  
(HOMOPTERA: DACTYLOPIIDAE)

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

LICENCIADO EN BIOLOGIA

P R E S E N T A N

ANA LILIA VIGUERAS GUZMAN

GUADALAJARA, JALISCO 1992



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
 FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Sección .....  
 Expediente .....  
 Número 0657/91 .....

SRITA. ANA LILIA VIGUERAS GUZMAN  
 P R E S E N T E . -

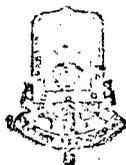
Manifestamos a usted, que con esta fecha ha sido aprobado en el tema de Tesis "INFLUENCIA DE LOS MACRO Y MICROELEMENTOS EN EL DESARROLLO, CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE LA GRANA O COCHINILLA Dactylopus coccus Costa. (HOMOPTERA: DACTILOPIIDAE)" para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director de dicha Tesis el M. en C. Martín Pedro Tena Meza.

A T E N T A M E N T E  
 "PIENSA Y TRABAJA"

ASOCIACION ANONIMA "LIC. JOSE GUADALUPE ZUNO HERNANDEZ"  
 36 CV. Guadalajara Jal., 3 de Septiembre de 1991.

EL DIRECTOR



M. EN C. CARLOS REAS ZARATE

EL SECRETARIO

M. EN C. MARTÍN PEDRO TENA MEZA

c.c.p. El M. en C. Martín Pedro Tena Meza, Director de Tesis-Pte.  
 c.c.p. El expediente del alumno.

CBZ/MPTM/cgir. \*

M. EN C. CARLOS BEAS ZARATE  
DIRECTOR DE LA FACULTAD  
DE CIENCIAS BIOLÓGICAS  
P R E S E N T E.-

De la manera más atenta me dirijo a usted para informarle que una vez hecho el seguimiento al trabajo de Tesis titulado: "Influencia de los Macro y Microelementos en el Desarrollo y Crecimiento y Producción de la Grana o Cochinilla Dactylopius coccus Costa (Homoptera: Dactylopidae), que desarrolló la C. Ana Lilia Viguera Guzmán; y después de revisar el documento final, no tengo inconveniente en su impresión, para que con ello pueda presentar sus Exámenes Profesionales respectivos.

Sin más por el momento aprovecho la oportunidad para enviarle un afectuoso saludo.

A T E N T A M E N T E

Guadalajara, Jal., enero 15 de 1992.



M. EN C. MARTIN P. TENA MEZA.  
PROFESOR-INVESTIGADOR.



**INFLUENCIA DE LOS MACRO Y MICROELEMENTOS EN EL DESARROLLO,  
CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE LA GRANA O COCHINILLA**  
*Dactylopius coccus* Costa (HOMOPTERA: DACTYLOPIIDAE).

**AUTOR: ANA LILIA VIGUERAS GUZMAN**

**DIRECTOR: M. en C. MARTIN TENA MEZA**

**ASESOR: ING. LIBERATO PORTILLO MARTINEZ**  
**M. en C. VICTOR I. FLORES FLORES**

**ENERO DE 1992**

## DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen

Por permitirme vivir para ver realizados mis sueños.

A mi Madre Alicia Guzmán

Por todo su amor, dedicación  
y por ser mi guía.

A mis hermanos

Pablo y Angel Damian.

A mis abuelas

Isaura Roldán y Salustia Viguera  
con todo mi amor.

A todos mis familiares por su apoyo e invaluable ayuda.

A la memoria de Agapita, Salvador y Jesús.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Cactología del Instituto de Botánica de la Universidad de Guadalajara, y forma parte del proyecto de Investigación titulado: " La Grana o Cochinilla del Nopal y su cultivo en Jalisco ". Siendo Directora de ese Instituto la Profa. Luz Ma. Villarreal de Puga.

## CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	i
INDICE DE FIGURAS, GRAFICAS Y CUADROS.....	ii
RESUMEN.....	1
I.- INTRODUCCION.....	3
II.- ANTECEDENTES.....	5
2.1    Importancia y usos de la cochinilla.....	5
2.2    Antecedentes del hospedero.....	7
2.2.1    Características del género <i>Opuntia</i> .....	8
2.2.2    Descripción de <i>Opuntia ficus-indica</i> .....	9
2.3    El insecto.....	10
2.3.1    Descripción del ciclo biológico.....	11
2.4    Factores que afectan la producción de grana.....	17
2.5    Cultivos hidropónicos.....	22
III.- OBJETIVOS.....	24
IV.- HIPOTESIS.....	25
V.- MATERIALES Y METODOS.....	26
5.1    Descripción del sitio experimental.....	26
5.2    Realización del experimento.....	27
5.3    Distribución de los tratamientos.....	28
5.4    Criterio de evaluación.....	34
VI.- RESULTADOS.....	42
VII.- DISCUSIONES.....	66
VIII.-CONCLUSIONES.....	69
IX.- LITERATURA CITADA.....	71

## A G R A D E C I M I E N T O S

A la Universidad de Guadalajara por darme la oportunidad de ser una persona útil a mi país mi eterno agradecimiento

A todos mis maestros de la Facultad de Ciencias de la Licenciatura en Biología de la Universidad de Guadalajara; mi gratitud por compartir conmigo sus experiencias y conocimientos.

Al M. en C. Martín Tena Meza por sus consejos, sugerencias y amistad.

Al M. en C. Víctor Flores Flores quien por su valiosa colaboración, fue posible el desarrollo de este tema.

Al Ing. Liberato Portillo Martínez por la asesoría brindada para la realización de esta investigación.

Al M. en C. Osvaldo Camacho la ayuda brindada en Estadística y Computación.

A Roberto y Armando Gallegos M. del área de Computo del Instituto de Geografía y Estadística por su valiosa ayuda.

A Ma. del Refugio Vázquez V. por la elaboración de los dibujos.

A Raymundo Ramírez por las fotografías tomadas.

A mis amigos Luis Villaseñor y Martha Cedano de V., Alma Delia Zamarripa, Hilda Arreola, Jacqueline Reynoso, Rafael Soltero, Carlos Ramírez, Guillermo Elizalde, Igor Ramos por su amistad y ayuda desinteresada. Y a todos los compañeros del IBUG que de una manera u otra colaboraron en la realización de este trabajo.

## INDICE DE FIGURAS, GRAFICAS Y CUADROS

		Pag.
FIGURA	1	Ciclo biológico de la Hembra de <i>D. coccus</i> C.....15
FIGURA	2	Ciclo biológico del Macho de <i>D. coccus</i> C.....18
DIAGRAMA	1	Diagrama del experimento.....30
CUADRO	1	Fecha de aplicación de soluciones.....31
CUADRO	2	Características de las principales fuentes de.....32
CUADRO	3	Preparación de una solución madre de .....32
CUADRO	4	Cantidades requeridas para preparar un litro de.....33
CUADRO	5	Fecha de los muestreos realizados durante el.....34
GRAFICA	1	Temperatura registrada máxima y mínima.....39
GRAFICA	2	Temperatura registrada Humedad relativa.....41
CUADRO	6	ANVA para el desarrollo de NI.....43
GRAFICA	3	Prueba de Tukey para tratamientos estadio NI.....44
CUADRO	7	ANVA para el desarrollo de NII.....45
GRAFICA	4	Prueba de tukey para evaluaciones estadio NI.....47
GRAFICA	5	Prueba de Tukey para tratamientos estadio NII.....48
CUADRO	8	ANVA para el desarrollo de Hembras adultas.....49
GRAFICA	6	Prueba de Tukey para evaluaciones estadio NII.....50
CUADRO	9	ANVA para el desarrollo de machos.....51
GRAFICA	7	Prueba de Tukey para tratamientos estado Adultas....52
GRAFICA	8	Prueba de Tukey para evaluaciones estado Adultas....54
GRAFICA	9	Prueba de Tukey para tratamientos estado Machos....55
CUADRO	10	ANVA para crecimiento de <i>D. coccus</i> .....56

GRAFICA	10	Prueba de Tukey para evaluaciones estado Machos.....	57
GRAFICA	11	Prueba de Tukey para crecimiento.....	59
GRAFICA	12	Prueba de Tukey para evaluaciones por crecimiento....	61
GRAFICA	13	Peso seco promedio para Macro y Microelementos.....	62
CUADRO	11	ANVA para la calidad de <i>D.coccus</i> .....	63
GRAFICA	14	Evaluación de la calidad en tratamiento y cara.....	64
GRAFICA	15	Contenido de ácido carminico.....	65

## RESUMEN

El presente trabajo se planteó, debido a la necesidad de contar con estudios básicos sobre el comportamiento y/o susceptibilidad de la grana o cochinilla a la influencia de los macro y microelementos de su hospedero. Fueron evaluados 9 tratamientos ( con soluciones hidropónicas carentes de: N, S, P, K, Ca, Mg, ME, un Completo y un Testigo) mediante el ciclo biológico del insecto en nopal cultivado *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., las unidades experimentales estuvieron constituidas, por 36 cladodios de nopal, mismas que fueron plantadas en botes con arena como sustrato y colocadas en el interior de un cobertizo para su protección.

Cada cladodio fue infestado con 5 hembras ovíparas de *Dactylopius coccus* Costa durante 22 días. Una vez infestada, se tomó periódicamente la temperatura, humedad relativa, se registró el número de la población realizándose censos al inicio y al final del ciclo biológico, así como el crecimiento (largo y ancho) del insecto en las diferentes etapas de su desarrollo, además fue registrado el peso en gramos por cada planta cosechada, y se determinó el contenido de ácido carminico para cada tratamiento.

Se encontró que la insuficiencia de ME, Mg, N y S son importantes para el buen desarrollo de la grana en los estadios de ninfa I y ninfa II así como en el estado de hembra adulta observándose una mayor población con respecto al Testigo y al tratamiento Completo. La no aplicación de ME, N y Ca favorecen el desarrollo de machos.

El crecimiento de la grana se ve influenciado por los tratamientos Ca, Mg, P, ME, K de los que resultó un incremento en el tamaño en los diferentes estados.

La calidad de la grana fue igual en todos los tratamientos con respecto al testigo. Asimismo la insuficiencia de K permitió obtener mayor cantidad de ácido carmínico.

Los tratamientos carentes de ME y Mg incrementaron significativamente el peso seco de las cochinillas obtenidas.

## I.- INTRODUCCION

La grana o cochinilla del Nopal, cuyo nombre científico es el de *Dactylopius coccus* Costa es un insecto del cual se extrae un colorante denominado carmin muy apreciado por ser inocuo al hombre (Piña, 1981).

Este insecto fue conocido y utilizado por los antiguos habitantes de México para teñir sus telas, decorar y pintar sus códices, denominándole "Nocheztli" que significa sangre de tuna porque la obtenían de las pencas del nopal (*Opuntia* spp) (Mac Gregor, 1976). La producción de la grana fue muy importante durante la Colonia puesto que los españoles la comenzaron a introducir a Europa por lo que México se convirtió en primer abastecedor mundial de este producto, y su precio alcanzó valores muy elevados que sólo eran superados por el oro y la plata (Piña, 1989). Iniciando con esto la industria de la cochinilla y dando renombre a la Nueva España.

La decadencia de la producción de la grana comenzó en la primera mitad del siglo XIX debido al aumento por parte de Guatemala, Islas Canarias y Perú, los cuales entraron al mercado mundial sumando su producción a la de México, dando por consecuencia que este último dejara de ser el primer productor a finales del siglo. Por otra parte en el año de 1845 se inicia en Europa la producción de tintes sintéticos a nivel mundial, marcando el desplazamiento de la producción de cochinilla y por consiguiente su cultivo (MacGregor op. cit.)

Actualmente se le ha venido promoviendo para que el cultivo de la grana sea adoptado nuevamente y vuelva a resurgir esta importante y útil actividad, para que no tengamos que importarla de otros países como Perú, e Islas Canarias que son los principales países exportadores de la grana o cochinilla a nivel mundial (Piña op. cit).

Para fin de poder establecer un cultivo apropiado de este insecto se hace necesario realizar estudios básicos referentes al conocimiento de su ciclo biológico (desarrollo y crecimiento), enemigos naturales, comportamiento frente a factores bióticos y abióticos; mismos que se relacionan con su productividad. De ahí el planteamiento de el presente estudio con la finalidad de conocer su ciclo biológico bajo condiciones diferentes al cultivo tradicional utilizando cladodios (pencas) aislados y considerando aspectos como sustrato, temperatura, nutrientes para el hospedero, protección al medio ambiente y tipo de infestación. Pudiendo de esta manera inferir como influyen los Macro y Microelementos aplicados a *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller y por consiguiente en el desarrollo, crecimiento y contenido de ácido carminico del parásito, para luego determinado esto, se pueda proporcionar los nutrientes adecuados y permitir una crianza sostenida de cochinilla. Asimismo, servirá de base para nuevas líneas de investigación en el conocimiento de este valioso insecto implementando nuevas técnicas para, su mejor aprovechamiento viables de ser aplicados y poder así contribuir en el desarrollo y la economía de México.

## II.- ANTECEDENTES

La grana fina es un insecto que vive como parásito en los nopales y del cual se obtienen valiosos colorantes. En los orígenes de la historia de la grana cochinilla se encontraron problemas en cuanto a su clasificación ya que algunos cronistas españoles del siglo XVII lo consideraban como un producto vegetal y por costumbre se utilizó el concepto de "grana" o "semilla", sin tomar en cuenta que se trataba de un insecto que se nutre de sabia nopalera y que una vez disecado se utiliza como tinte (Salazar, s.f.).

### 2.1.- Importancia y usos de la cochinilla

En México el cultivo de grana se inició desde los Toltecas, en el siglo X. Las regiones relacionadas con el cultivo fueron Oaxaca, Cuernavaca y Puebla, principiando con la recolección de grana fina en nopales silvestres para cultivarlas posteriormente. Los Toltecas y Teotihuacanos la emplearon en la pintura de esculturas, edificios públicos y religiosos, así como para colorear telas y elaborar panes ceremoniales (McGregor, op. cit.).

Durante la época Colonial, México se constituyó como el principal productor de cochinilla en el mundo, debido a que los españoles incrementaron los cultivos existentes e implementaron nuevos, en las regiones o pueblos en donde no le concedían mayor importancia (Nakamura, 1988).

A principios de la época Colonial en el año de 1550, el aumento del cultivo de la grana, así como su comercialización favoreció a que las comunidades indígenas prosperaran notablemente en las regiones de Oaxaca (en las Costas y Sierras) y en Tlaxcala. Sin embargo, los intermediarios españoles y comerciantes se dedicaron en casi toda esta época a extraer el excedente económico sobre la fuerza del trabajo, resultando una situación de explotación a la clase trabajadora indígena (Salazar, *op. cit.*). A los cultivadores se les obligó pagar cada año 1200 panes de grana como impuesto (Gutiérrez, 1972), estos panes se llegaron a considerar como moneda de pago. Por otro lado la demanda de grana fina ocasiono que esta sufriera adulteraciones lo cual con el tiempo marco el inicio de la decadencia de la grana (Dahlgren, 1963).

Con la Independencia de México, el cultivo de la cochinilla adquirió más importancia por la aceptación de este producto extendiendo su mercado; España por su parte logró aclimatar la cochinilla en las Islas Canarias motivando con esto la competencia en la producción. Al descubrirse en 1850 los tintes a base de anilinas mucho más baratos, son los que terminaron con el cultivo de grana, quedando limitado a unos pocos pueblos (Dahlgren *op. cit.*)

En la actualidad la cochinilla a vuelto a cobrar importancia, ya que al descubrirse la toxicidad de los colorantes sintéticos empleados en las industrias de cosméticos, alimentos y medicinas,

se ha prohibido su uso, obligando a los fabricantes a buscar sustitutos inocuos al hombre. MacGregor (op. cit.) mencionó que en México la producción de grana se ha reducido sólo al sector artesanal y en algunas industrias caseras; pues muchos indígenas principalmente de la región de Oaxaca siguen con sus costumbres teniendo con grana la seda que usan para adornar sus vistosos trajes (Dahlgren, op. cit. ).

## 2.2.- Antecedentes del hospedero

Los antiguos mexicanos con el nombre de Nopalnocheztli (Nopalli= opuntia; nocheztli= cochinilla) designaban a los nopales en que se cultivaba la cochinilla, insecto del que se extraía la grana, colorante utilizado para teñir telas, aún en nuestros días.

Clavijero (1789) consignó respecto al Nopalnocheztli "que desde en tiempos de los reyes mexicanos, se tenía cuidado particular de criarlas por ser alimento de la cochinilla, se sabía que este insecto podía vivir sobre otras opuntias" (Bravo, 1979).

Los nopales utilizados tradicionalmente para el cultivo de grana (*D. coccus*) son *Opuntia tomentosa*, *O. ficus-indica* y *Nopalea cochenillifera*. Estas especies han sido cultivadas desde la época prehispánica y casi ya no se les encuentra en estado silvestre (Piña, op. cit.). Según Gutiérrez (1982), la *Nopalea* ha sido

denominada *cochenillifera* debido a que se emplea en México y en otras partes del continente para el cultivo de cochinilla; otro género destinado a este cultivo es la *Opuntia ficus-indica* del cual se han producido numerosos híbridos y variedades algunas de las cuales se han llegado a considerar especies distintas.

### 2.2.1.- Características del género *Opuntia*

En México se llama nopal a varias especies del género *Opuntia* de la familia Cactaceae. Toda esta familia es endémica de América y la mayoría de sus géneros se localiza en alguno de los dos centros de diversificación, situadas al Norte y al Sur del Continente (Bravo, 1937); una de las excepciones lo constituye este género cuyas especies se presentan en ambos centros; de sus 258 especies reconocidas, 100 se encuentran en México (Flores, 1979).

De las cactáceas el género mejor representado en Jalisco es *Opuntia* y se distingue *O. ficus-indica* (L.) Mill. cultivada en casi todo el estado (Arreola, 1990).

Según Taktajan (1969), y Cronquist (1968), la clasificación taxonómica del nopal es:

Reino	Vegetal
Sub-reino	Embryophyta
Phylla	Tracheophyta
Clase	Angiosperma
Sub-clase	Dicotiledonea
Familia	Cactaceae
Sub-familia	Opuntioideae
Género	<i>Opuntia</i>
Especie	<i>O. ficus-indica</i> (L.) Miller

#### 2.2.2.- Descripción de *Opuntia ficus-indica*.

Planta arborescente de 3-5 m de altura, tronco leñoso bien definido, desde 1.5 hasta 20-30 cm de diámetro; artículos oblongos o largamente obovados glabros, de 20-60 cm de largo y 20-40 cm de ancho; aréolas elípticas con glóquidas numerosas, amarillas caducas, generalmente sin espinas y cuando existen estas son pequeñas y escasas. Flores amarillas a anaranjadas, de 7-10 cm de diámetro. Fruto ovoide, de 5-10 cm de longitud. Sus frutos y sus artículos jóvenes son comestibles (Bravo, *op. cit.*), (Meyran, 1986).

Distribución: Ampliamente cultivado en las poblaciones del altiplano mexicano, y también en los estados de México, Puebla, Oaxaca y otros. En Europa esta distribuida en la cuenca del Mediterráneo (Bravo, op. cit.)

### 2.3.- El insecto

La clasificación taxonómica de la cochinilla reportado por Ferris (1937), Mann (1969) y Raven (1984) es la siguiente:

Reyno:	Animal
Phyllum:	Arthropoda
Clase:	Insecta
Suclase:	Pterigota
Orden:	Homoptera
Suborden:	Stenorrhyncha
Superfamilia:	Coccoidea
Familia:	Dactylopiidae
Género:	<i>Dactylopius</i>
Especie:	<i>coccus</i> Costa

Las especies del género *Dactylopius* según De Lotto (1974), son 9. En la lista de la familia Dactylopiidae para México publicada por MacGregor (1983), y (Santibañez, 1990) se reconocen 5 especies de este género y son:

- 1.- *Dactylopius coccus* Costa 1895
- 2.- *Dactylopius ceylonicus* (Green, 1896)
- 3.- *Dactylopius confusus* (Cockerell, 1893)
- 4.- *Dactylopius opuntiae* (Cockerell, 1896)
- 5.- *Dactylopius tomentosus* (Lamark, 1801)

De éstas la grana fina o cultivada recibe el nombre de *D. coccus* C., mientras que los restantes son conocidos como grana silvestre.

### 2.3.1.- Descripción del ciclo biológico

Según los estudios realizados por Marín y Cisneros (1977), los huevecillos se colocan individualmente debajo del cuerpo de la hembra y tardan en eclosionar desde 15 minutos a 6 horas, las ninfas son de color rojo o rosadas, la hembra y el macho no se distinguen en esta etapa, pero difieren en su desarrollo un poco después. La mayoría de las hembras selecciona un lugar determinado en un plazo de 24 a 48 horas, y después inserta su estilete en el tejido de la planta permaneciendo ahí el resto de su vida.

La mayoría se sitúan alrededor de la madre, mientras otras emergen a otras partes donde hay declinaciones de la planta. Sin embargo, algunas tardan varios días buscando un lugar para situarse, y son capaces de sobrevivir hasta 10 días sin alimento alguno.

X

Piña (op. cit), mencionó que el macho y la hembra son semejantes tanto en estado de huevo como de ninfa I (migrante) y ninfa II. A partir de esta forma comienzan a diferenciarse los 2 sexos; en el caso de los machos, la ninfa II forma un capullo en cuyo interior muda dando lugar a la prepupa, de la que posteriormente previa muda llega a estado de pupa de la cual emerge el adulto, en el caso de la hembra, la ninfa II muda para convertirse en adulto.

Con base en los estudios realizados por Marín y Cisneros (op. cit.), a continuación se expone un resumen de la biología del insecto, destacando las características morfológicas más importantes:

#### **Ciclo de la hembra**

##### **Huevo:**

Ovalado de 0.72 x 0.33 mm, de color rojo claro, superficie lisa y lustrosa. Al principio son puestos individualmente, pero después la oviposición se hace continua, los huevos quedan unidos unos a otros formando una serie en cadena. La eclosión ocurre a los 10 o 20 minutos pudiendo observarse el movimiento de la ninfa a través del corium.

### **Ninfa I:**

Presentan una fase de migrante y una fase de fijamiento a la penca. Recién nacida es de color rojo vivo oval de 1.06 x 0.52 mm, ojos rojo oscuro antenas algo más claras, proyectadas hacia adelante y a los lados, patas bien desarrolladas. A los pocos minutos el cuerpo se cubre de una cera pulverulenta; horas después el cuerpo presenta unos filamentos cerosos con aspecto erizado y quebradizos con facilidad. El tamaño de los filamentos es de 0.57 a 5.43 mm crecen tanto del borde como del dorso del cuerpo, y son fácilmente destruidos por el viento. En las siguientes horas hasta dos días después, el migrante busca el lugar para fijarse, en las cercanías de la madre o mayores distancias, inclusive en otras pencas. El fijamiento se produce cuando la Ninfa introduce su estilete para alimentarse; de allí en adelante mantendrá ese lugar hasta completar su desarrollo. La ninfa fijada aumenta de tamaño excretando un líquido viscoso en forma de gotitas, adquiriendo un color blanquizco amarillento espiralado. Duración de 21 a 25 días.

### **Ninfa II:**

Recién emergida es ovoide de 1.14 x 0.65 mm rojo oscura; lustrosa, al poco tiempo se cubre de fina cera pulverulenta blanca que deja entrever la segmentación del cuerpo. A diferencia del primer estadio no presenta filamentos ni otras características fácilmente visibles; la mayoría permanece fija pero algunos tienden

a desplazarse; éstos no llegan a restablecerse con éxito; en algunos casos introducen en el nopal sus piezas bucales, en forma parcial. Duración de la exuvia es de 13 a 18 días.

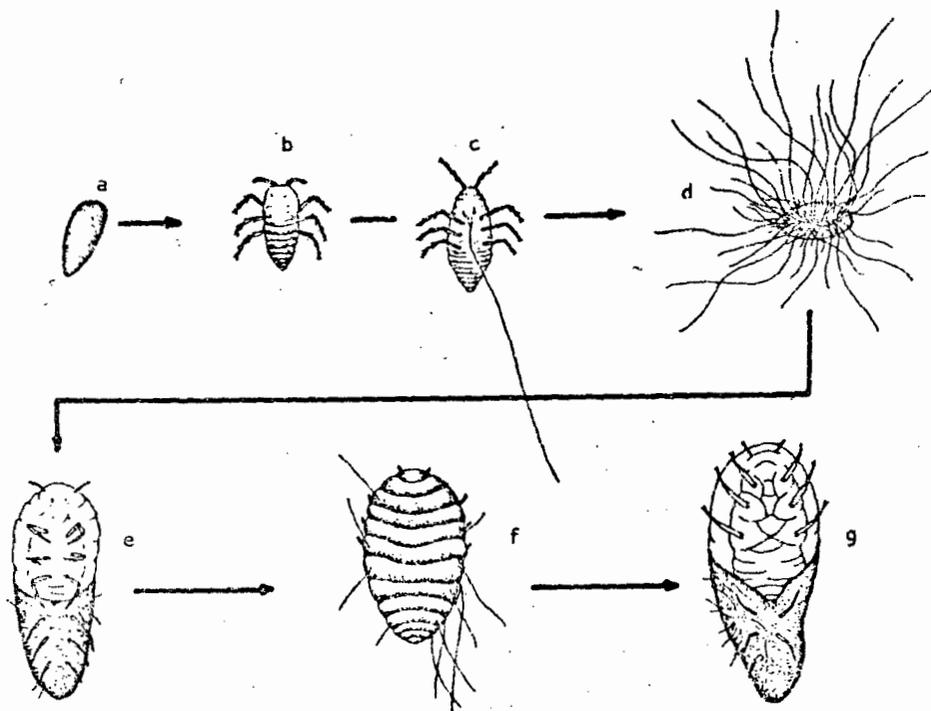
#### **Hembra adulta:**

Al emerger es ovoide, bruno-rojiza, lustrosa, de 2.81 x 1.87 mm, a las pocas horas se cubre de cera pulverulenta blanca y excreta las gotitas de líquido viscoso antes mencionadas. La cópula se efectúa a los pocos días de haber mudado. Incrementando rápidamente de volumen, hasta 6.24x4.71 mm. La hembra completamente madura, en plena oviposición (28 a 50 días) presenta un aspecto ligeramente mas oscuro. Las hembras vírgenes tienen apariencia blanco-nivea. La proporción de sexos es variable.

En la figura 1 se aprecia el ciclo biológico de la hembra.

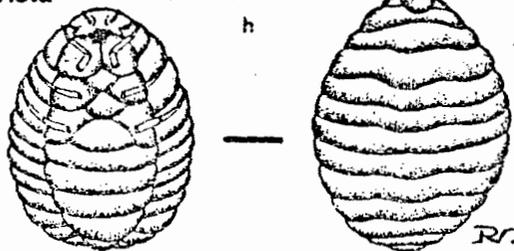
#### **Ciclo del macho**

En los estado de huevo y Ninfa I (fases migrante y estacionaria) no se han encontrado caracteres morfológicos diferenciables entre machos y hembras. La diferencia se hace evidente durante la Ninfa II cuando los machos comienzan a formar un capullo ceroso.



**Fig. 1. Ciclo biológico de la Hembra**

a) Huevecillo, b) Ninfa I vista dorsal, c) Ninfa I vista ventral, d) Ninfa I establecida, e) Muda de Nifa I a Ninfa II, f) Ninfa II, g) Muda de Ninfa II a Hembra adulta, h) Hembra adulta vista ventral y dorsal.



## Ninfa II:

En los primeros días es similar en machos y hembras; de 1.14 x 0.65 mm.. Al momento de emerger, el cuerpo es globoso cubierto de pulverulencia blanca . En el caso de los machos entre 8 a 12 días después de la emergida, produce abundante cera filamentososa que forma un capullo blanco, ovoide, alargado, de 2.5 x 1.2 mm. con una abertura en el extremo posterior.

## Proto-pupa:

Dentro del capullo se forma la proto-pupa cuyo aspecto externo se distingue fácilmente la ninfa II de cuerpo rojizo de 1.3 x 0.75 mm, las secciones del cuerpo claramente visibles, a nivel del mesotórax se forman unas proyecciones laterales que darán origen posterior a las alas; antenas y las patas se hacen medianamente distinguibles.

## Pupa:

La proto-pupa muda para dar lugar a la pupa, también rojiza, que se caracteriza porque las regiones del cuerpo y sus apéndices se hacen más distinguibles; mide 1.65 de largo por 0.75 mm. de ancho. La cabeza, el tórax y el abdomen están bien diferenciados; lateralmente se proyectan las estructuras de las alas en formación ventralmente se distinguen las antenas y las patas.

La duración del periodo desde la formación del capullo por la

Ninfa II, hasta la emergencia del adulto, de 18 a 22 días.

#### **Adulto macho:**

El adulto emerge de la pupa dentro del capullo saliendo de él en pocos minutos por la abertura de la parte posterior. El adulto macho es de apariencia frágil de 2.2 mm de largo por 4.8 mm de expansión alar, las regiones del cuerpo se distinguen claramente, posee un par de alas que cubren el dorso del cuerpo dándole el aspecto blanco sucio. El cuerpo es rojizo con ligera pulverulencia cerosa.

El adulto macho presenta a diferencia de la hembra, un par de alas bien desarrolladas, las secciones de cabeza, tórax y abdomen bien diferenciados: antenas son casi moniliformes, de 10 segmentos y de longitud aproximada a la mitad de la longitud del cuerpo.

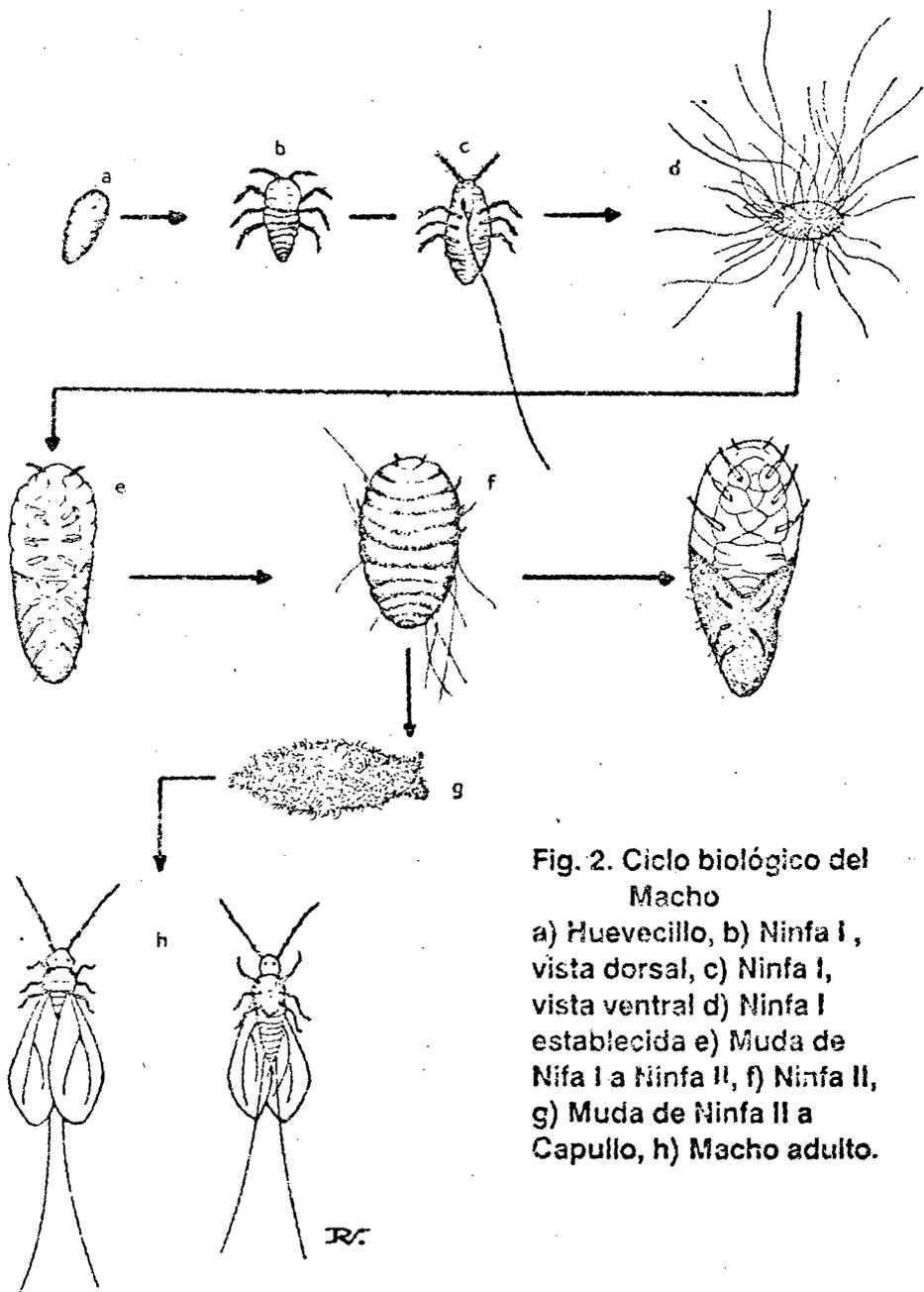
En la Figura 2 se muestra el ciclo biológico del macho.

#### **2.4.- Factores que afectan la producción de grana**

Flores et. al. (1986), enlistaron los factores que afectan el desarrollo de *D. coccus* de la siguiente manera:

- A) Bióticos: estado del hospedero
- B) Abióticos: temperatura, precipitación, vientos, etc.

##### **A) Factores Bióticos**



**Fig. 2. Ciclo biológico del Macho**

a) Huevecillo, b) Ninfa I, vista dorsal, c) Ninfa I, vista ventral d) Ninfa I establecida e) Muda de Nifa I a Ninfa II, f) Ninfa II, g) Muda de Ninfa II a Capullo, h) Macho adulto.

R.C.

El mayor efecto de una planta infestada hacia la población de insectos es la condición nutricional de huéspedes sobre el crecimiento de insectos y su reproducción; presentándose un fenómeno de deterioro al aumentar la edad de la planta. Además de la edad, hay otros cambios fisiológicos de la planta que influyen en la permanencia del insecto, tales cambios pueden ser inducidos por:

- Aplicación de herbicidas y otros compuestos
- Fertilización
- Irrigación y otros aspectos de las relaciones hídricas de la planta.

El estado de la planta hospedera constituye una fuerte limitante para *D. coccus*. El empleo de fungicidas y antibióticos produce una baja capacidad de postura, así como una alta mortalidad de hembras, en tanto la fertilización del suelo se asocia con una alta producción de cochinillas.

Painter (1951), estableció que los factores o componentes de la resistencia de las plantas a las plagas, corresponden a las categorías de no preferencia, antibiosis y tolerancia. Una misma planta puede exhibir una condición de resistencia por causa de diferentes factores, incluyendo aquellos de diferentes categorías.

Cisneros (1980), reportó que puede ocurrir una antiobiosis, efecto adverso que tiene una planta al desarrollo normal del insecto, sea causándole mortalidad en sus primeros estadios, retardando su desarrollo, disminuyendo su tamaño o reduciendo la capacidad de reproducción de los adultos. Se considera que se debe a la presencia de sustancias químicas que son de alguna forma perjudicial para el insecto, a la ausencia de algunos nutrimentos esenciales, o el desbalance entre sustancias nutritivas.

Chabousou (1971), mencionó que los fertilizantes que favorecen el incremento de las sustancias nitrogenadas, favorecen el desarrollo y la multiplicación de arácnidos, hemipteros, homópteros, etc. Además de la influencia de sustancias en el valor nutritivo de la planta, se nota también un efecto en la estructura; las plantas suelen tener hojas más grandes y abundantes que afectan substancialmente el microclima favoreciendo la proliferación de diversas plagas. Como referencia tenemos que el K suele tener un efecto inverso al N, un exceso de K tiende a disminuir esas poblaciones, por esta razón la fertilización potásica debe balancear la fertilización nitrogenada.

Arteaga et. al. (1988), manifestaron que los niveles bajos en N disminuye el efecto sobre el peso seco de la cochinilla, mientras que para niveles altos de N disminuye el rendimientos de la misma.

Zacarias (et. al. 1968), consignaron que existe un efecto de los macro y microelementos de acuerdo al estado de desarrollo del insecto; así la falta de Mg, K y Ca es notable en la persistencia de la población desde ninfa I hasta ninfa II. Luego de este periodo la insuficiencia de Mg, N y P son indispensables para la abundancia de hembras adultas. Los micronutrientes en general son sumamente importantes en todos los estudios de desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla.

Concluyen que aplicando N, P y K juntos deberá evitarse aplicar Mg o Ca cuando se realicen las infestaciones.

#### B) Factores Abióticos

Según Varley (1984) y Santibañez (1990), mencionaron que el tiempo, es considerado como los cambios de temperatura, humedad, viento y precipitación, etc., medidas en lapsos cortos de tiempo, y el clima, definido en términos de estos mismos parámetros a largo plazo afecta la fisiología y el comportamiento de los insectos.

Velasco (1987), reportó que *D. coccus* es altamente sensible a pequeños cambios de temperatura y humedad observándose una relación entre la duración del ciclo de vida con la temperatura, siendo más largo en los meses fríos que en los calurosos. Dando como consecuencia, una variación en el número de generaciones por año de (3 y 6), ocurriendo de 3 a 4 generaciones en zonas con clima adecuado al desarrollo.

Flores (op. cit.), mencionó que los vientos, las lluvias y el granizo son considerados factores adversos al desarrollo del insecto; los primeros provocan desprendimiento de ninfa y capullos, mientras que las lluvias desprenden a las cochinillas en cualquier estadio; llegando a establecerse una asociación entre los meses lluviosos con el bajo porcentaje de sobrevivencia de tales insectos).

## 2.5.- Cultivos hidropónicos

Sánchez (1981), denominó como cultivos hidropónicos a aquellos que no requieren de suelo, o que se efectúan, en un medio completamente artificial, que puede estar constituida por una solución nutritiva o por un sustrato sólido, poroso o inerte, a través del cual, con diversas modalidades se hace circular la solución nutritiva.

La solución nutritiva es el elemento más delicado y más importante de todos los sistemas hidropónicos; ante todo las soluciones, deben contener todos los elementos minerales que las plantas absorben en gran cantidad (macroelementos), y los que son absorbidos en pequeñísimas cantidades (microelementos).

Núñez (1986), define que los macroelementos son llamados también oligoelementos y son: N, P, K, Ca, Mg, S; los cuales son requeridos en cantidades más grandes; y los Microelementos o

micronutrientes son aquellos elementos esenciales requeridos por las plantas en pequeñas cantidades, ya que no tienen funciones estructurales. Según las cantidades requeridas por las plantas se pueden agrupar en el siguiente orden: hierro, boro, zinc, cobre y manganeso.

### **Solución nutritiva**

La solución nutritiva se define como el conjunto de elementos nutritivos disueltos en agua que aún requeridos por las plantas.

Se ha probado que los siguientes elementos son esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas, C, H, O, N, P, K, Ca, S, Mg, B, Cu, Capillos, y Mg. Bajo un sistema de cultivo hidropónico, con excepción del C, O, e H, todos los demás elementos esenciales son suministrados a través de una solución nutritiva y en forma asimilable por las raíces de las plantas (Sánchez, *op. cit.*)

### III.- OBJETIVOS

#### GENERAL

Contribuir al conocimiento de la biología de la grana o cochinilla *Dactylopius coccus* Costa.

#### PARTICULARES

- 1.- Cuantificar el efecto de los Macro y Microelementos en el crecimiento y desarrollo de la grana o cochinilla.
- 2.- Estudiar las posibles manifestaciones de Antagonismo y Sinergismo de los Macro y Microelementos en la producción de la grana o cochinilla.
- 3.- Evaluar la influencia de los Macro y Microelementos en la calidad de la grana o cochinilla.

#### IV.- HIPOTESIS

1. Los Macro y Microelementos aplicados en la planta hospedera influyen en el crecimiento y desarrollo de *Dactylopius coccus* C.
- 2.- El ácido carminico contenido en *Dactylopius coccus* C., puede variar de acuerdo a los diferentes tratamientos aplicados.

## V.- MATERIALES Y METODOS

### 5.1.- Descripción de sitio experimental

El presente trabajo se desarrolló en las instalaciones del Instituto de Botánica, localizado en Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco. El cual se localiza en la latitud  $20^{\circ} 46' 8''$  N y con una longitud de  $103^{\circ} 31' 2''$  W con relación al Meridiano de Greenwich (Barrera, 1981).

Las Agujas pertenecen a el municipio de Zapopan el cual cuenta con una área de  $893.15 \text{ km}^2$  cifra que se representa el 1.11% de la superficie del Estado ( $80.137$ )  $\text{km}^2$ . Las Agujas cuenta con una altura de  $1640 \text{ m s.n.m.}$ ; la cabecera municipal está enclavada a una altura de  $1,580 \text{ m s.n.m.}$ ; la cual sobrepasa en  $188$  metros a la altura media existente en todo el estado, que es considerada en  $1392$  metros.

La mayor precipitación registrada en el municipio de Zapopan en los últimos cinco años fue de  $1253.7 \text{ mm}$  (1973). Los meses con mayor volumen fueron los de verano o temporada de lluvias: Julio, Agosto y Septiembre. Entre estos el que más intensidad de lluvias tuvo fue el de Julio con  $366 \text{ mm}$ .

El clima es semi-seco con invierno y primavera seco semi-cálido con su estación invernal definida en un  $50.0 \%$ .

## **5.2.- Realización del experimento**

Para proteger al insecto se elaboró un cobertizo con techo de petate a dos aguas cuyas dimensiones fueron de 3.50 m de largo por 2.50 m de ancho por 2.10 en la parte más alta, y 1.80 m en la parte más baja, se cubrió alrededor con plástico para evitar la entrada de viento estacional.

### **5.2.2.- Establecimiento del hospedero**

Para formar el sustrato se utilizó arena de río la cual se lavó perfectamente primero con agua corriente y después con agua desionizada (pH 5.5) para asegurarse que no quedarán residuos de sales y materia orgánica; después se dejó al sol para que seca; aparte se lavaron 36 botes de aproximadamente 3 lt de capacidad, también con agua desionizada a los cuales se les hizo una abertura en la base para evitar el exceso de humedad, hacia el fondo de la base se colocó una capa de grava previamente lavada para evitar que la arena quedara muy apretada en el fondo e impidiera el drenaje, posteriormente se llenaron con 3 kg de arena.

Una vez llenos los botes con la arena se procedió a seleccionar los cladodios (pencas) para su enraizamiento. Los cladodios fueron colectados en un huerto de San José El 15, municipio de El Salto Jalisco, éstas se obtuvieron de varias plantas madre, eligiéndose aquellas que tuvieron artículos grandes y de espinas ausentes o muy

escasas, de la especie *O. ficus-indica*. El tamaño promedio de los cladodios fue de 30 cm por 45 cm con un peso aproximado de 1121 gramos. Después se procedió a plantarlos para su enraizamiento permaneciendo 30 días a partir de la fecha de siembra que fue el 2 de noviembre de 1990 regándose sólo un vez con agua desionizada, después se inició la aplicación de las soluciones nutritivas.

### 5.2.3.- Establecimiento de la infestación

La infestación se realizó con 5 cochinillas oviplenas procedentes del zocriadero de el Instituto de Botánica; mismas que se colocaron en bolsas de tul, con dimensiones de 6 cm por 6 cm cosidas con hilo o unidas con grapas metálicas, dejando un lado sin coser el cual sirvió para poder introducir las cochinillas, éstas se fijaron al centro del cladodio con espinas, nombrando la parte donde se colocaron las bolsas de tul se le llamó cara de infestación.

### 5.3.- Distribución de los tratamientos

Los tratamientos evaluados fueron 9, los cuales contienen todos los Macroelementos (Mg, N, P, K, S, Ca,) y Microelementos ( Zn, Co, Mo, Bo y Mn); para la realización del experimento en cada tratamiento se omite un elemento; además se tiene una solución Completa y un Testigo, cada tratamiento tuvo 4 repeticiones. Esto se puede observar en el esquema siguiente:

Tratamiento 1	_____	sin Potasio (-K)
Tratamiento 2	_____	sin Microelementos (-ME)
Tratamiento 3	_____	sin Magnesio (-Mg)
Tratamiento 4	_____	Completo
Tratamiento 5	_____	sin Fósforo (-P)
Tratamiento 6	_____	Testigo
Tratamiento 7	_____	sin Calcio (-Ca)
Tratamiento 8	_____	sin Nitrógeno (-N)
Tratamiento 9	_____	sin Azufre (-S)

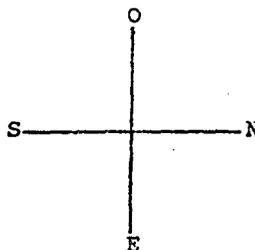
La distribución del experimento se puede apreciar en el diagrama 1 donde se muestra el acomodo de los cladodios y la ubicación de los mismos.

### 5.3.1.- Descripción de tratamientos

La solución madre que se utilizó fue la solución de Hoagland, que se aplicó a cada una de las repeticiones, la cual consiste en 9 soluciones 7 de las cuales carecen de un elemento (elemento faltante), se tiene una solución Completa ( con N, K, P, Mg, ME, Ca y S) y un Testigo, la aplicación fue de un litro para cada una de las repeticiones (4 lts. por tratamiento) la solución se preparó al 1 molal; y aforada a un litro con agua desionizada.

TRATAMIENTOS

- T1 SIN POTASIO (-K)
- T2 SIN MICROELEMENTOS (-ME)
- T3 SIN MAGNESIO (-Mg)
- T4 COMPLETO
- T5 SIN FOSFORO (P)
- T6 TESTIGO
- T7 SIN CALCIO (-Ca)
- T8 SIN NITROGENO (-N)
- T9 SIN AZUFRE (-S)



T1      T2      T3      T4      T5      T6      T7      T8      T9

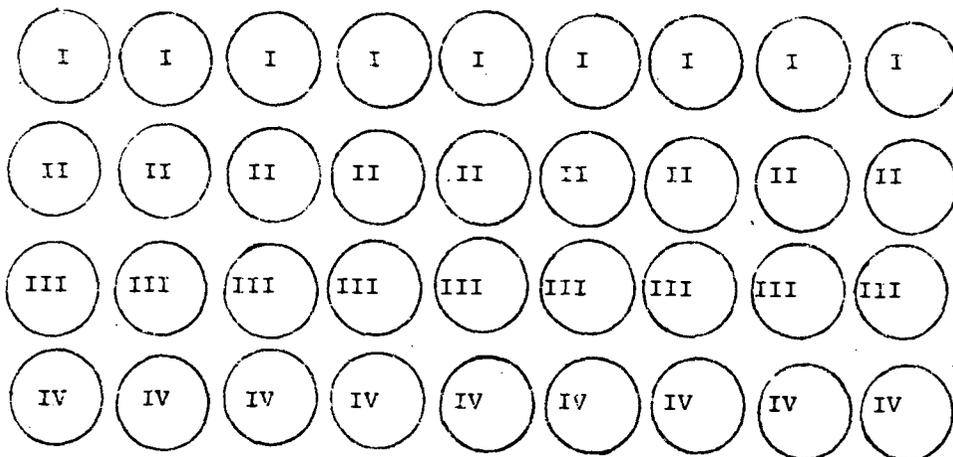


DIAGRAMA DEL EXPERIMENTO

El cuadro 1 muestra información acerca de los elementos nutritivos esenciales.

CUADRO 1

CARACTERISTICAS DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE ELEMENTOS ESENCIALES PARA ELABORAR UNA SOLUCION NUTRITIVA DE HOAGLAND ADAPTADOS DE SCHWARZ (1975), ELLIS AND SWANEY (1963), BENTLEY (1955) Y BENTLEY (1959).

FUENTE	FORMULA	PESO MOLECULAR
Nitrato de Potasio	$KNO_3$	101
Nitrato de Calcio	$Ca(NO_3)_2$	164
Nitrato de Magnesio	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6 H_2O$	212
Sulfato de Potasio	$K_2SO_4$	174
Sulfato de Calcio	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	172
Sulfato de Magnesio	$MgSO_4 \cdot 7 H_2O$	246.5
Fosfato monobásico de Potasio	$KH_2PO_4$	136
Fosfato Monobásico de Calcio	$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$	137
Cloruro de Manganeso	$MnCl_2 \cdot 4H_2O$	198
Acido Bórico	$H_3BO_3$	62
Sulfato de Zinc	$ZnSO_4 \cdot 7 H_2O$	288
Sulfato Cúprico	$CuSO_4$	250
Acido Molibdico	$HMoO_4 \cdot H_2O$	163

#### Preparación de soluciones

Generalmente para la preparación de soluciones de Microelementos se requiere de pequeñas cantidades y se presentan ciertos problemas prácticos en su pesado, es por eso que se recomienda hacer la solución en conjunto y no por separado en el Cuadro 2 se indica como preparar una solución madre de Microelementos sin necesidad de entrar en complicados cálculos.

**Cuadro 2. Preparación de una solución madre de Microelementos**

SALES	gr/lt
MnCl <sub>2</sub> , 4 H <sub>2</sub> O	1.81
H <sub>2</sub> BO <sub>3</sub>	2.86
ZnSO <sub>4</sub> , 7 H <sub>2</sub> O	0.22
CuSO <sub>4</sub> , 7 H <sub>2</sub> O	0.10
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> O	0.10

El cuadro 3 muestra los compuestos utilizados para preparar las concentraciones adecuadas para la aplicación de cada tratamiento, con sus cantidades respectivas.

**Cuadro 3. Cantidades requeridas para preparar un litro de solución de Hoagland.**

C A N T I D A D E S E N ml / lt.								
C O M P U E S T O	COM	-N	-P	-K	-S	-Ca	-Mg	-ME
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	--	5	7.5	7.5	5	--	5	5
KNO <sub>3</sub>	--	5	--	--	5	15	5	5
MgSO <sub>4</sub> , 7 H <sub>2</sub> O	5	2	2	2	2	--	2	2
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	--	1	--	--	1	1	1	1
Ca (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	50	--	5	5	--	--	--	--
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20	--	--	--	--	--	--	--
CaSO <sub>4</sub> , 2H <sub>2</sub> O	200	--	--	--	--	--	--	--
Mg (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 6 H <sub>2</sub> O	--	--	--	--	--	--	--	--
*MICROELEMENTOS	1	1	1	1	1	1	1	--

\* Ver cuadro 2

La aplicación de soluciones se llevo a cabo a los 30 días de enraizados los cladodios y posteriormente cada 15 días, las fechas se muestran a continuación en el Cuadro 4.

**Cuadro 4 Fecha de aplicación de soluciones**

1a.	07/12/90
2a.	21/12/91
3a.	04/01/90
4a.	18/01/91
5a.	01/03/91
6a.	15/02/91
7a.	01/03/91
8a.	15/03/91
9a.	29/03/91

### 5.3.2.- Forma de riego y soluciones aplicadas.

El riego se efectuó mediante goteo por lo cual se requirió de un bote de plástico para cada tratamiento, a los cuales se les hizo 4 aberturas que permitieron insertar 4 mangueras o tubos de plástico, mismos que sirvieron para regar los cladodios de cada tratamiento. Los botes fueron colgados para que el líquido se vertiera más fácilmente, el goteo se controló mediante un venocat (regulador de gotas) para no desaprovechar la solución.

### 5.3.8.- Muestreos

Durante el tiempo que duró el experimento se realizaron evaluaciones para el desarrollo y el crecimiento de los insectos en los diferentes tratamientos, los cuales se describen en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Fecha de las evaluaciones realizadas durante el experimento para el desarrollo y crecimiento.**

DESARROLLO	CRECIMIENTO
EVALUACIONES/FECHA	MUESTREO/FECHA
1a. 23/01/91	1a. 01/02/91
2a. 06/02/91	2a. 15/02/91
3a. 20/02/91	3a. 01/03/91
4a. 06/03/91	4a. 15/03/91
5a. 03/04/91	5a. 29/03/91
	6a. 12/04/91

#### 5.4.- Criterio de evaluación

##### 5.4.1.- Cuantificar el efecto de los Macro y Microelementos en el desarrollo y crecimiento de la grana o cochinilla.

#### Desarrollo:

A partir de la primera evaluación en cada uno de los tratamientos se realizó el conteo de cochinillas con un contador individual, considerando ambas caras del cladodio, procedimiento mediante el cual se identificó sus estados y estadios de desarrollo Ninfa I (NI), Ninfa II (NII), Capullo o Machos \* (MA) y Hembras Adultas (AD). La infestación se realizó el 2 de enero de 1991 y la 1a. evaluación se llevo a cabo a los 22 días para después evaluar cada 15 días hasta completar su desarrollo.

Los Análisis Estadísticos desarrollados fueron los siguientes:

- 1).- Análisis de Varianza para efecto principal  
(tratamiento y evaluación).
- 2).- Análisis de Varianza para el efecto principal con  
interacción doble (tratamiento por evaluación).
- 3).- Prueba de Tukey con  $\alpha$  0.05 para los efectos  
principales.

#### **Crecimiento:**

Se tomaron al azar 2 cochinillas por cladodio por cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, a las que se midió su talla en largo y el ancho. Esta medición se inició a los 30 días de haber emergido del huevo; se continuó a través de los estadios de NI, NII, AD y Oviplenas. Las mediciones se realizaron cada 15 días, con un Pie de Rey graduado en mm, una vez completado el ciclo y con los resultados obtenidos se procedió a realizar el Análisis de Varianza (ANVA) de la misma forma que para el desarrollo sólo que los efectos principales para crecimiento son tratamiento, evaluación, medición y la doble interacción entre ellos.

\* La evaluación para la población de machos se realizó con base en los capullos encontrados; debido a que en estado adulto se mueven constantemente para copular con la hembra.

5.4.2.- Estudiar las posibles manifestaciones de Antagonismo y Sinergismo de los Macro y Microelementos en la producción de la grana o cochinilla.

Para poder determinar las manifestaciones de los Macro y Microelementos en relación a la producción de la cochinilla, se obtendrán los datos en peso seco expresados en gramos procedentes de las 36 unidades experimentales (4 para cada tratamiento) después de esto se procedió a obtener las medias del peso seco para los diferentes tratamientos.

El Análisis Estadístico fue desarrollado en tres fases:

- 1).- Análisis de Varianza para efecto principal  
(tratamiento y cara).
- 2).- Análisis de Varianza para el efecto principal con  
interacción doble (tratamiento por cara).
- 3).- Prueba de Tukey con  $\alpha$  0.05

**5.4.3.- Evaluar la influencia de los Macro y Microelementos en la la calidad grana o cochinilla.**

Se registró el peso seco de cada tratamiento y se dividió entre el número de cochinillas finales, y el resultado se consideró como calidad en relación al peso/cantidad. Procediéndose a realizar el respectivo Análisis de Varianza para los efectos principales tratamiento y cara (infestación y opuesta), así como la doble interacción de las mismas; además de la calidad se realizó la determinación de ácido carmínico con las cochinillas obtenidas en cada tratamiento.

La determinación se efectuó con base en una técnica utilizada en Perú la cual consiste en:

- 1.-En un mortero se pulveriza de cada tratamiento cochinilla limpia (libre de cera) hasta completar la cantidad de 100 mg.
- 2.-Una vez obtenido este polvo se pesan 100 mg y se procede a diluirlo en 30 ml de ácido clorhídrico al 2N aplicando calor para que se disuelva completamente.
- 3.-Se deja enfriar a temperatura ambiente y se afora a un litro con agua destilada.

4.-La solución se tamiza en un papel filtro Whatman 42 de porosidad fina, eliminándose los primeros 200 ml de solución, y tomándose los siguientes 30 ml para la lectura.

5.-La lectura se realiza en un espectrofotómetro de luz blanca con una absorvancia de 494 nm en el cuál se lee cada muestra.

6.-Una vez obtenidas las lecturas de las muestras se procede a determinar el porcentaje contenido de ácido carmínico mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ carmínico} = \frac{A \times 100}{1.39}$$

1.39

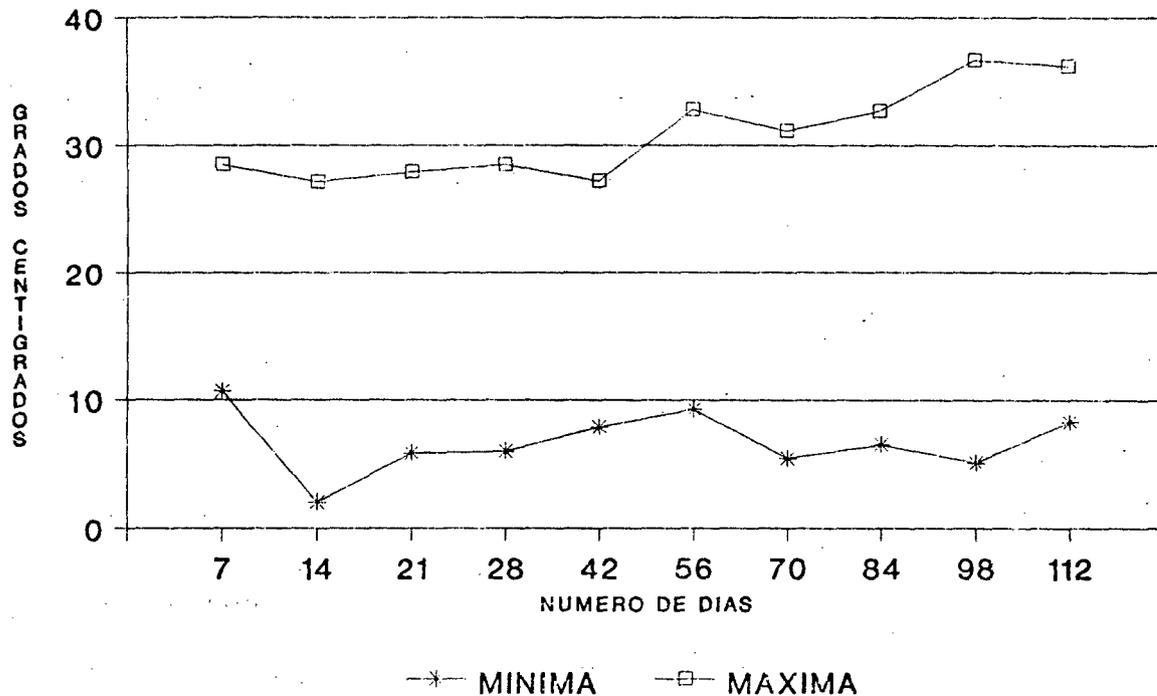
En donde: A= absorvancia de la muestra

1.39 = absorvancia del ácido carmínico a 100%.

#### 5.4.4.- Condiciones climáticas

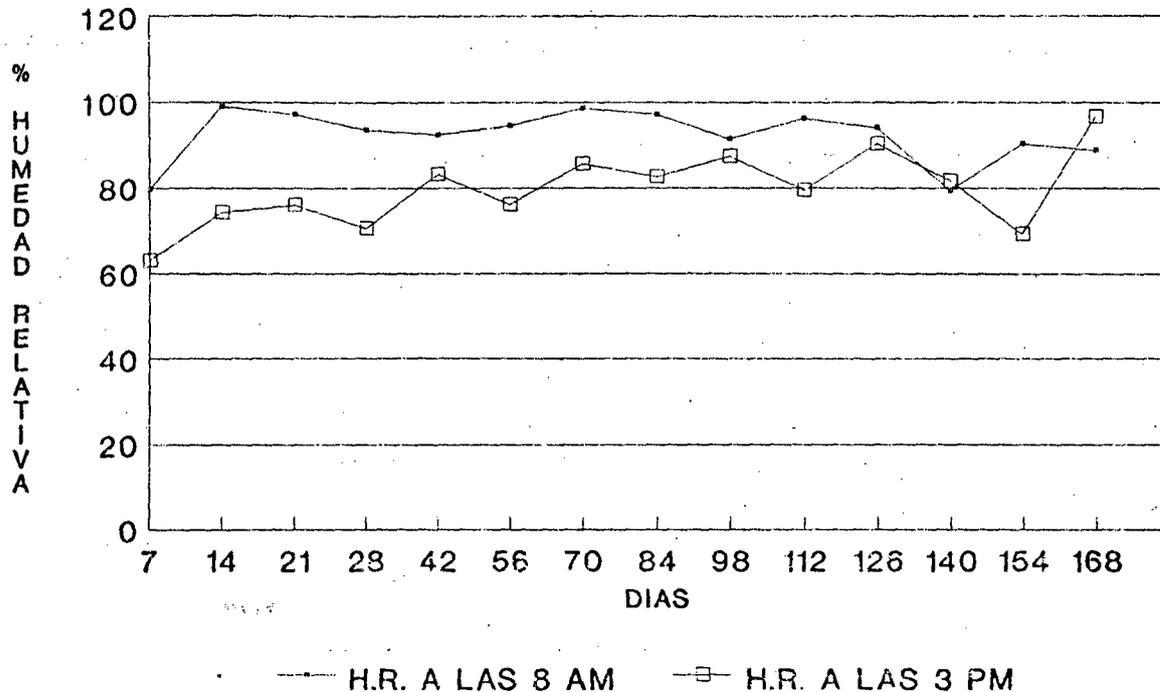
Durante el desarrollo del trabajo se registraron diariamente la Humedad Relativa y Temperatura Máxima y Mínima en dos horarios a las 8:00 am y 3:00 pm.

En la Gráfica 1 se señalan la Temperatura Máxima y Mínima para cada 7 días, las cuales fluctuaron desde 28.5 a 37 °C para la Máxima y 2 a 10.5 °C la Mínima.



GRAFICA 1. TEMPERATURAS REGISTRADAS  
CADA 7 DIAS.

En la Gráfica 2 se muestran los promedios para la Humedad Relativa para las dos lecturas en las que también hubo fluctuación, 79.66 a 88.8 % a las 3:00 pm y 53.01 a 96.67 % a las 8:00 am.



GRAFICA 2. HUMEDAD RELATIVA REGISTRADA A LAS 8 AM Y 3 PM

## VI.- RESULTADOS

### 6.1.- Efecto de los macro y microelementos en el desarrollo y crecimiento de la grana o cochinilla

Para poder cuantificar el efecto de los Macro y Microelementos en el desarrollo de *D. coccus* los resultados se obtuvieron con el número total de grana procedente de la suma de 36 cladodios y su promedio para cada estado, asimismo las evaluaciones a lo largo del desarrollo biológico del insecto en los diferentes estadios de Ninfa I (NI), Ninfa II (NII), Adulta hembra (AD) y Capullo (MA).

#### NINFA I

En el cuadro 6 se presenta el ANVA, realizado para el número de ninfa I (NI) a los 22 días después de que se realizó la infestación, observándose significancia estadística en el efecto principal para tratamiento y evaluación; para la doble interacción tratamiento por evaluación no se obtuvo significancia estadística, los datos fueron transformados con  $\text{Log } X+1$ .

**Cuadro 6. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DESARROLLO DE NINFA I  
D. coccus, CON DATOS TRANSFORMADOS MEDIANTE LOG X+1.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
TRATAMIENTO	8	10.431	1.303	3.14 *
EVALUACION	4	539.310	179.770	432.33 *
TRAT x EVAL	24	6.403	0.266	0.64 NS
ERROR	216	89.815	0.415	
TOTAL	287	722.76		

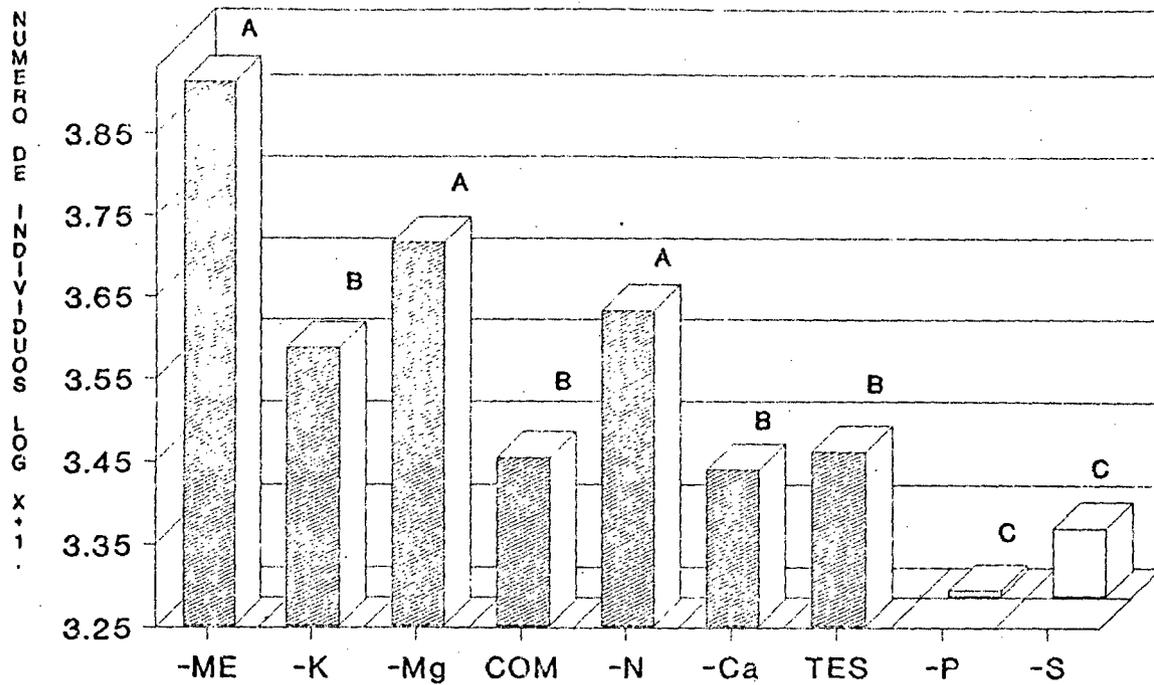
C.V. = 18.26 %

\* = significativo

NS = no significativo

El resultado obtenido para el tratamiento muestran que la insuficiencia de Microelementos (-ME), favoreció el desarrollo del estadio NI obteniéndose un mayor número de individuos; en comparación con los tratamientos sin Magnesio (-Mg), sin Nitrógeno (-N) con un menor número, de los tratamientos sin Potasio (-K) y sin Calcio (-Ca) no se observó diferencia con respecto al Testigo y el Completo. El tratamiento sin Azufre (-S) y sin Fósforo (-P) mostraron un número muy bajo de NI. Para el efecto principal tratamiento se efectuó la prueba de Tukey (Gráfica 3).

En la variable principal para evaluación tenemos que los resultados para ninfa I, la más representativa fue la 1a. evaluación (22 días) y la 2a. evaluación (36 días) en donde se observó la mayor cantidad de ninfa I; resultando no significativa



GRAFICA 3. PRUEBA DE TUKEY PARA  
TRATAMIENTOS DE *D. coccus*,  
EN ESTADIO DE NINFA I.

para la evaluación 3a. (50 días) y la evaluación 4a. (64 días) en las cuales se redujo la población de ninfa I debido a que empezó a mudar a ninfa II. La duración de el estadio para ninfa I fue de 58 días en total. Se muestra en la Gráfica 4 la Prueba de Tukey para efecto principal evaluación.

#### NINFA II

Para el desarrollo de el estadio de NII se procedió a realizar un ANVA (Cuadro 7), en el que se presentó diferencias significativas para los efectos principales de tratamiento y evaluación, en la doble interacción (tratamiento por evaluación) no indicó significancia, los datos fueron transformados con Log X+1.

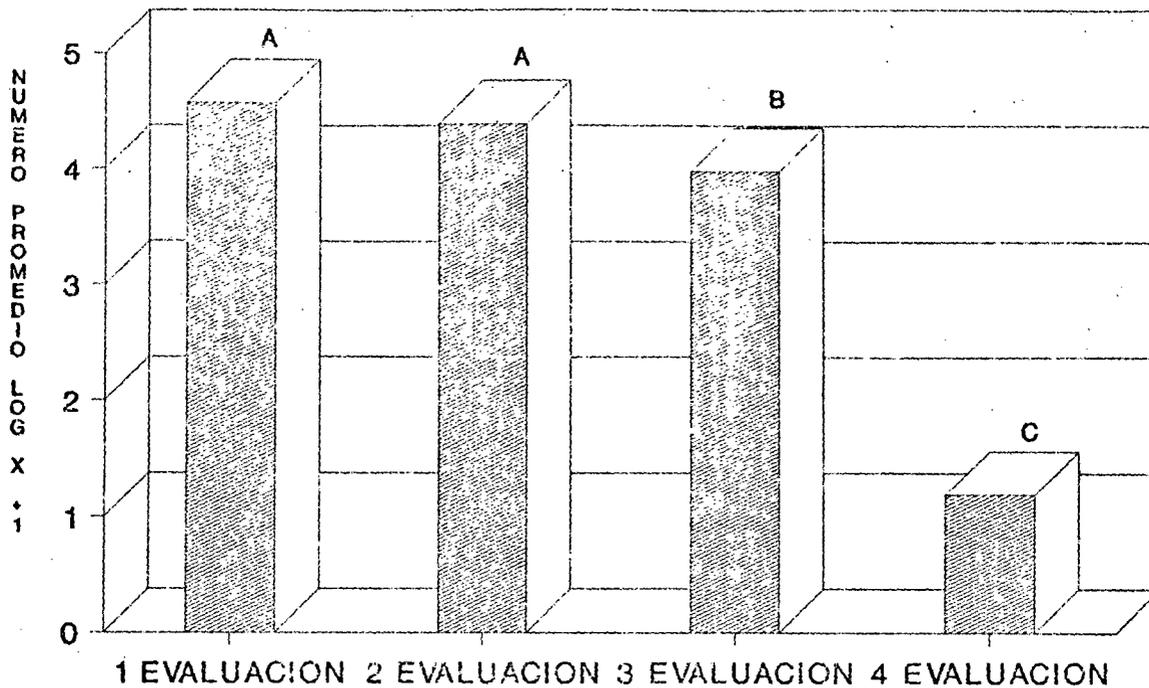
**Cuadro 7. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DESARROLLO DE NINFA II  
D. coccus, CON DATOS TRANSFORMADOS MEDIANTE LOG X +1.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
TRATAMIENTO	8	39.704	4.963	7.95 *
EVALUACION	1	58.689	58.689	94.05 *
TRAT x EVAL	8	6.128	0.766	1.23 NS
ERROR	108	67.397	0.624	
TOTAL	143	212.266		

C.V. = 23.83 %

\* = significativo

NS = no significativo

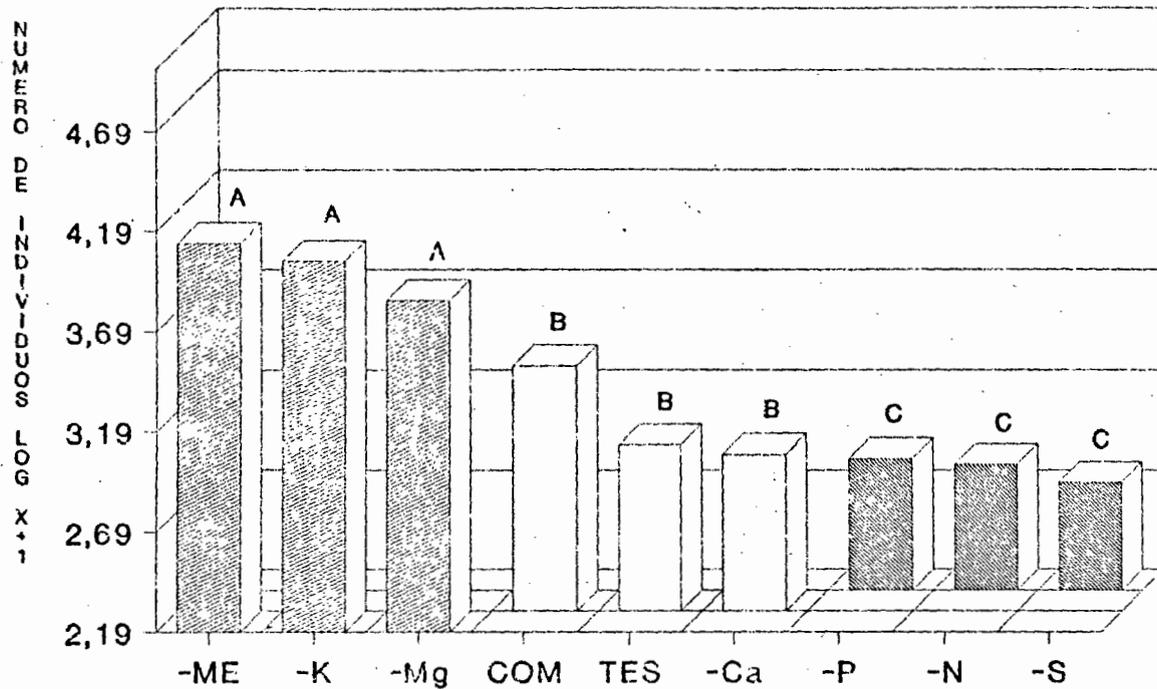


GRAFICA 4. PRUEBA DE TUKEY PARA  
EVALUACION DE *D. coccus*  
EN ESTADIO DE NINFA I.

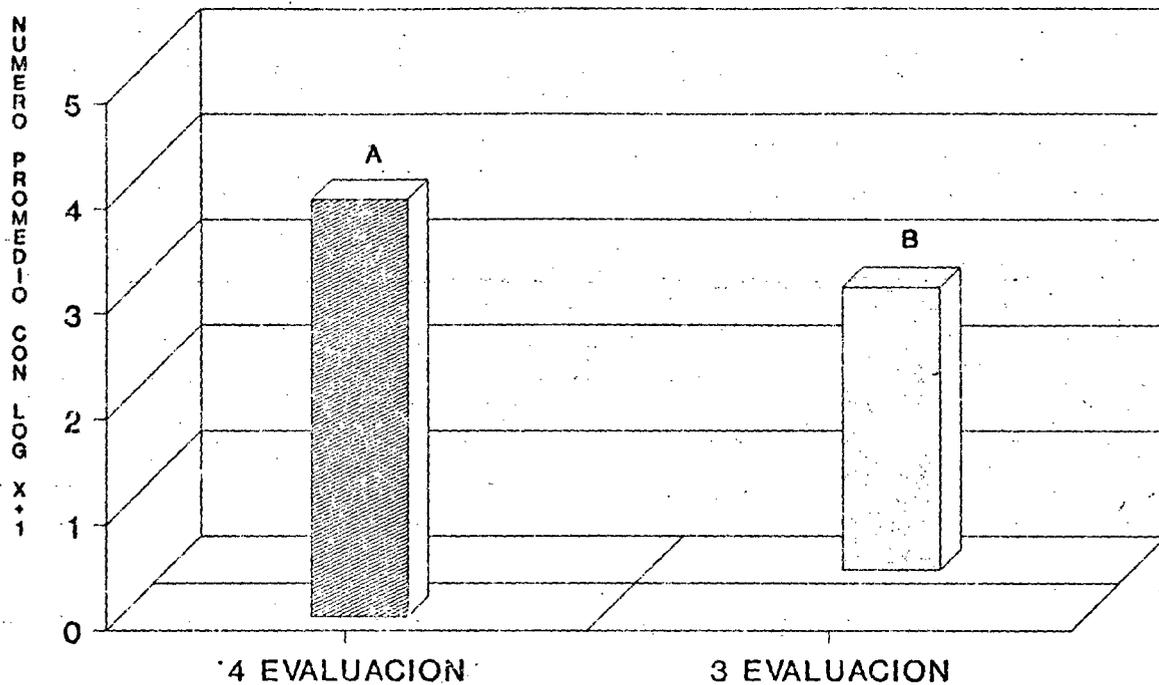
Los resultados obtenidos muestran que el desarrollo del estadio de NII se vió favorecido por los tratamientos en los que no se aplicó -ME, -K encontrándose un mayor número de cochinillas; en tanto que no se obtuvo diferencia en el número de NII para -Mg, Testigo y Completo, en los tratamientos -Ca, -P, -N y -S, se encontró una población de NII muy baja con respecto a los otros tratamientos. Se aplicó la prueba de Tukey para ver las diferencias de medias (Gráfica 5). Las evaluaciones realizadas para este estadio fueron 2, los resultados de la evaluación 3a. (50 días) no fue muy favorable debido que todavía se observó existencia de NI, la 4a. evaluación (64 días) fue la más óptima puesto que el incremento de población fue en un 67.59 % (Gráfica 6). El tiempo de duración de NII fue de 14 días, concluyendo con ésto un rápido desarrollo en el presente estadio.

#### HEMBRAS ADULTAS

Para las hembras adultas se realizó el siguiente ANVA para el efecto principal tratamiento y evaluación, así como la doble interacción (tratamiento por evaluación) se obtuvo significancia estadística (Cuadro 8), dicho análisis se realizó con datos transformados con  $\log X+1$ .



GRAFICA 5. PRUEBA DE TUKEY PARA  
TRATAMIENTOS DE *D. coccus*  
EN ESTADIO NII



GRAFICA 6. PRUEBA DE TUKEY PARA  
EVALUACION EN *D. coccus*  
EN ESTADIO DE NII

Cuadro 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DESARROLLO DE HEMBRAS ADULTAS DE *D. COCCUS*, CON DATOS TRANSFORMADOS MEDIANTE LOG X+1.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
TRATAMIENTO	8	69.311	8.66	20.07 *
EVALUACION	1	120.784	120.784	279.76 *
TRAT x EVAL	8	91.021	11.377	26.35 *
ERROR	108	46.62	0.431	
TOTAL	143	357.07		

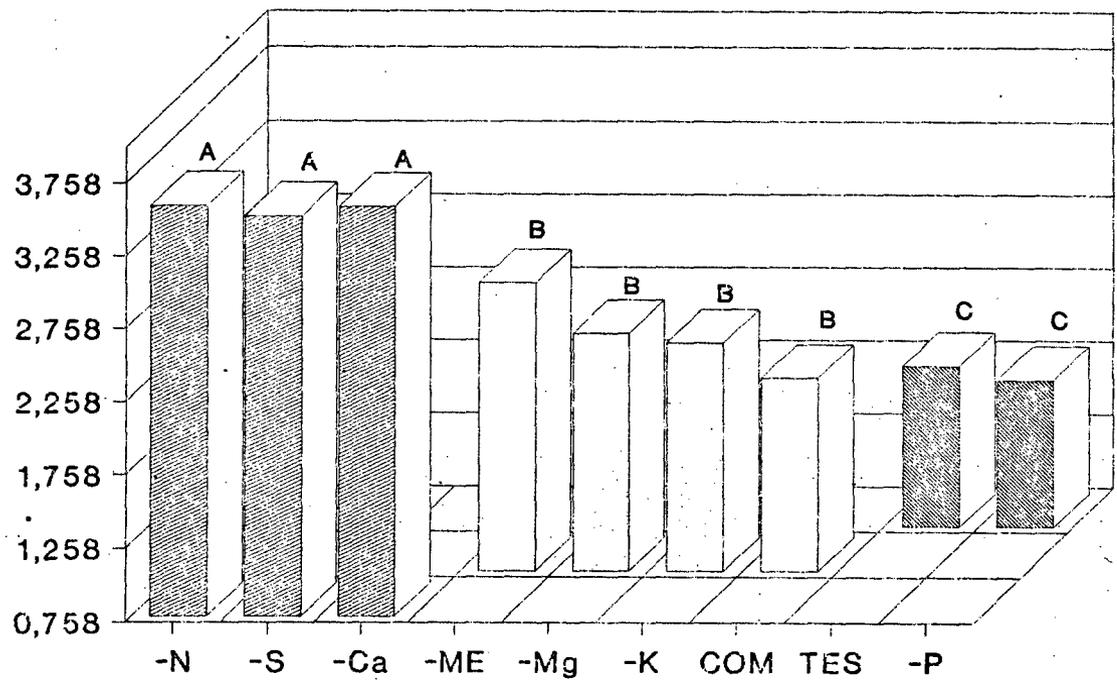
C.V. = 24.91 %

\* = significativo

NS = no significativo

Con los resultados siguientes para el número de Hembras adultas con el mayor número de cochinillas se obtuvo en los tratamientos -N, -Ca y -S resultado ser los mejores para AD, contrariamente a lo observado en NI y NII donde no fueron significativos, los tratamientos con insuficiencia de -ME , -Mg, -K y Completo el número de individuos fue igual obteniéndose una población uniforme en cada uno de ellos, se encontró una marcada diferencia en los tratamientos -ME y Mg con respecto a los estadios de NI y NII donde su insuficiencia obtuvo un alto incremento en estas poblaciones; el tratamiento sin -P y el Testigo mostraron un decremento en la población de AD. Se realizó la prueba de Tukey para tratamientos con el fin de encontrar diferencias significancias (Gráfica 7).

NUMERO DE INDIVIDUOS LOG X + 1



GRAFICA 7. PRUEBA DE TUKEY PARA TRATAMIENTOS CON *D. coccus* EN ESTADO DE HEMBRAS ADULTAS.

Con el propósito de determinar en que tiempo se produjo la mayor cantidad de AD se realizaron 2 evaluaciones. En ambas evaluaciones se encontró una marcada diferencia de poblaciones de cochinilla, la evaluación 5a (92 días) con un incremento de 51.57% con respecto a la 4a. (64 días) en la que se obtuvo un 48.43%, se realizó la prueba de Tukey (Gráfica 8).

#### MACHOS

Analizando el ANVA (Cuadro 9) para el efecto principal (tratamientos), fue significativo al igual que la doble interacción (tratamiento por evaluación), no se presentó significancia en el efecto principal evaluación, los datos fueron transformados con Log X+1.

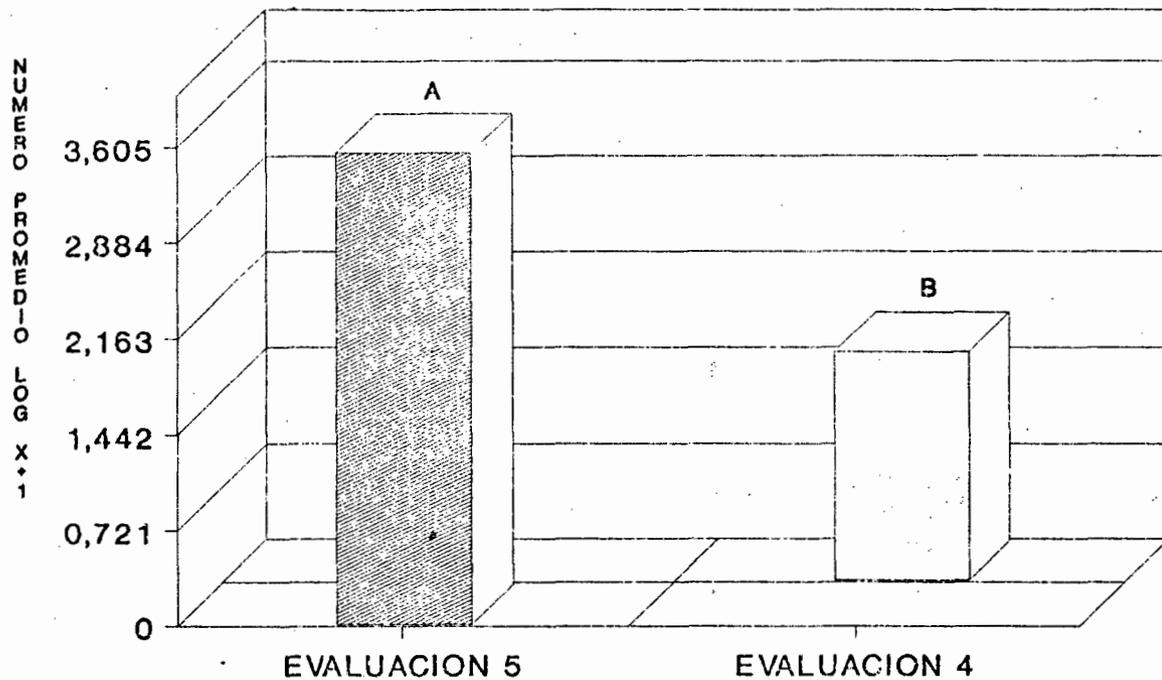
**Cuadro 9. ANALISIS DE VARIANZA PARA EL DESARROLLO DE MACHOS  
D. coccus , CON DATOS TRANSFORMADOS MEDIANTE LOG X+1.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
TRATAMIENTO	8	17.343	2.167	4.77 *
EVALUACION	1	0.045	0.045	0.10 NS
TRAT x EVAL	8	17.225	2.153	4.74 *
ERROR	108	49.082	0.454	
TOTAL	143	120.597		

C.V. = 24.18 %

\* = significativo

NS = no significativo



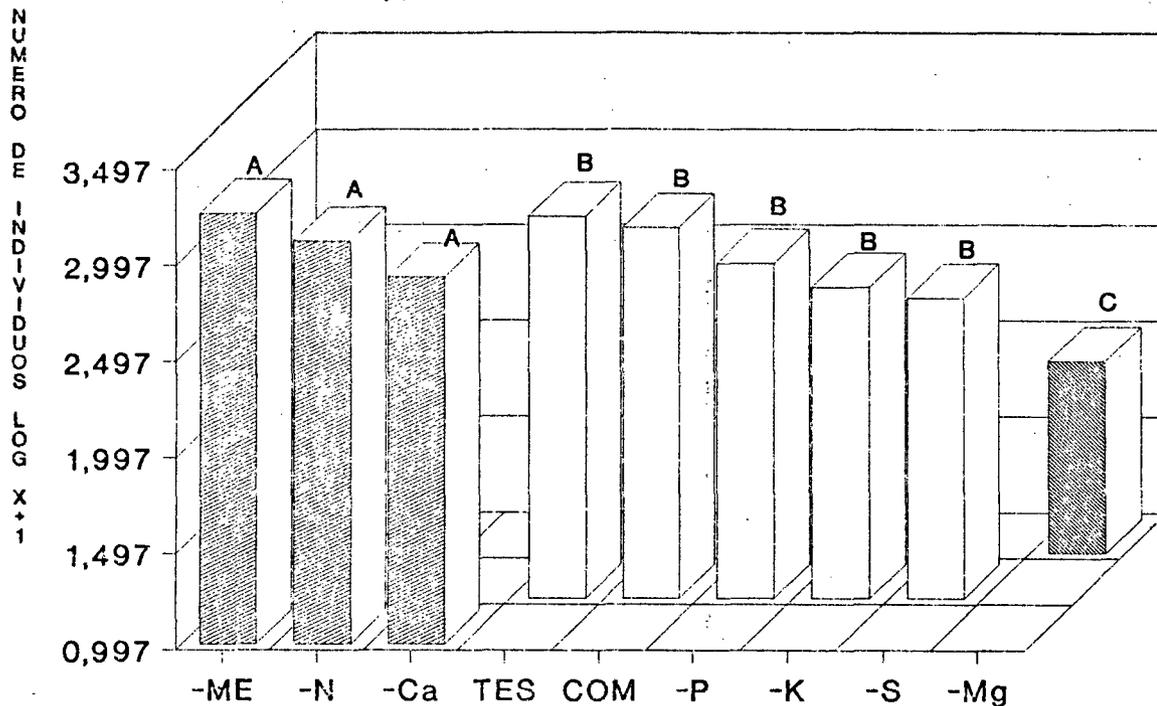
GRAFICA 8 PRUEBA DE TUKEY PARA  
EVALUACION DE *D. coccus* EN  
ESTADO DE HEMBRAS ADULTAS

La no aplicación de -ME, -N, y -Ca favorecieron el desarrollo de capullos con una mayor cantidad de éstos mismos; el tratamiento Completo, -P, -K, -S y Testigo se observó uniformidad en la población de capullos (MA) ya que el número fue igual estadísticamente; el tratamiento -Mg que fue el menos indicado ya que se obtuvo una población muy baja. Se aplicó la prueba de Tukey para comprobar la igualdad de promedios (Gráfica 9).

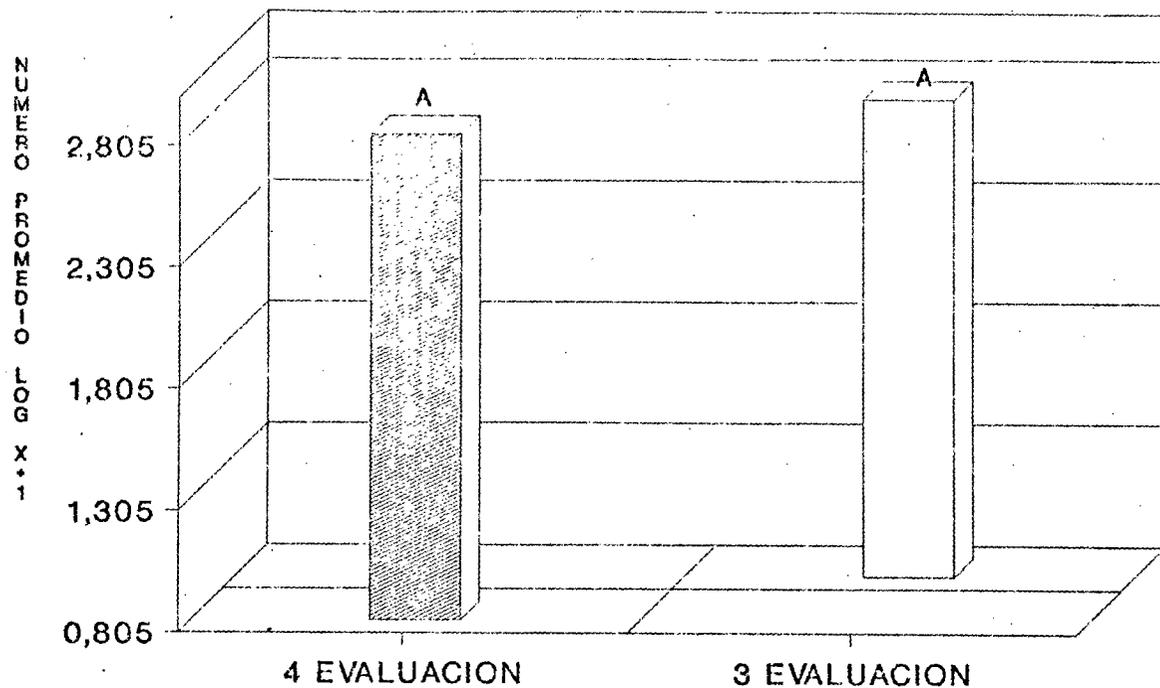
El efecto principal para evaluación no fue significativa mostrando semejanza en la medias, pero al realizar la prueba de Tukey se pudo encontrar diferencias (Gráfica 10), en donde se observa un pequeño incremento en la evaluación 4a. (64 días) en relación a la 3a. (50 días).

#### CRECIMIENTO

El ANVA realizado para crecimiento (cuadro 10), indicando significancia para los efectos principales tratamiento, evaluación y medición así como la doble interacción para (tratamiento por evaluación), y no obteniéndose significancia para la doble interacción (tratamiento por medición) datos obtenidos fueron transformados con LOG X+1.



GRAFICA 9 PRUEBA DE TUKEY PARA  
TRATAMIENTOS CON *D. coccus* EN  
EL ESTADO DE CAPULLOS (MACHOS)



GRAFICA 10 PRUEBA DE TUKEY PARA  
EVALUACION CON *D. coccus* EN EL  
ESTADO DE CAPULLOS (MACHOS)

**Cuadro 10. ANALISIS DE VARIANZA PARA CRECIMIENTO DE *D. coccus*,  
CON DATOS TRANSFORMADOS CON LOG X+1.**

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
TRATAMIENTO	8	1.218	0.152	4.79 *
EVALUACION	5	150.35	30.070	946.34 *
MEDICION	1	9.769	9.769	307.44 *
TRAT x EVAL	40	2.267	0.056	1.78 *
TRAT x MEDICION	8	0.014	0.001	0.06 NS
ERROR	801	25.452	0.031	
TOTAL	863	189.076		

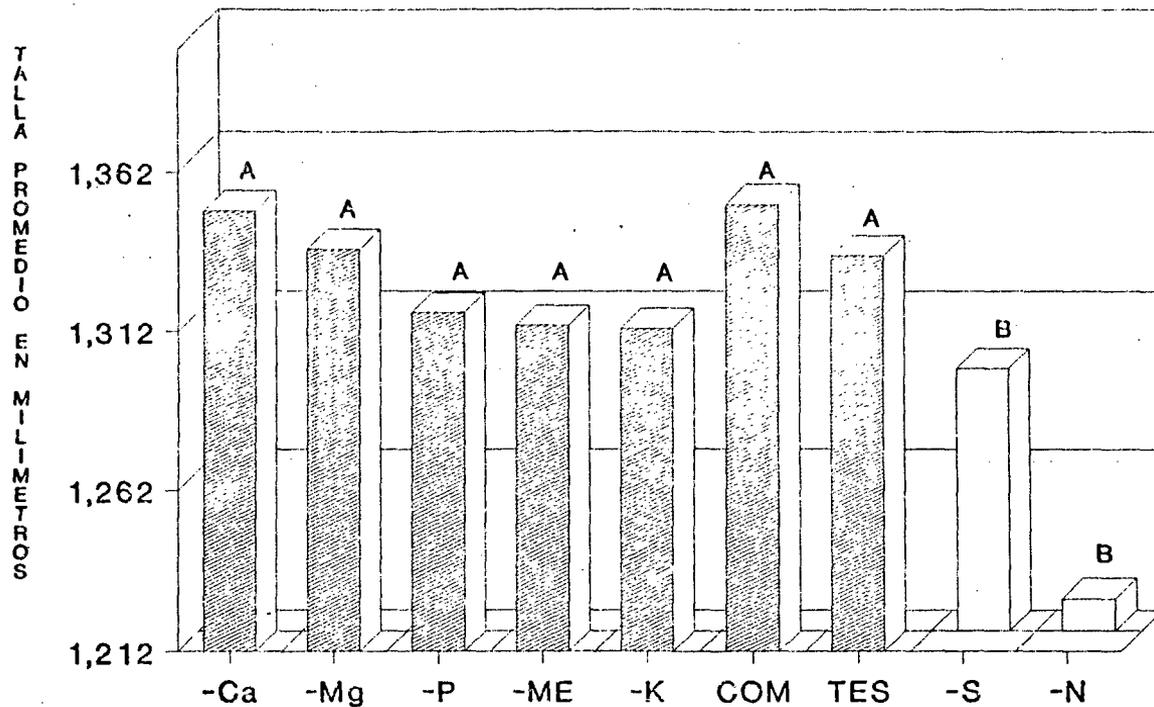
C.V. = 13.55 %

\* = significativo

NS = no significativo

Los resultados obtenidos para el crecimiento se obtuvieron al medir el largo y el ancho de cada insecto, para cada tratamiento a través de todo su ciclo. En los tratamientos se encontró diferencia en el crecimiento de la cochinillas estudiadas siendo mejores los tratamientos sin -Ca, -Mg, -P, -ME y -K, en promedio el Completo y Testigo observo igualdad entre las medias de las mismas (Gráfica 11).

En la variable principal para evaluación resultó significativa, al realizar la evaluación a los 30 días después de la infestación se midió el estadio de NI observándose un crecimiento promedio de 1.00 mm largo por 0.90 mm de ancho, la siguiente se realizó a los 45 días obteniéndose un crecimiento más rápido en el estadio NII con un promedio de 1.99 mm por 1.00 mm; a



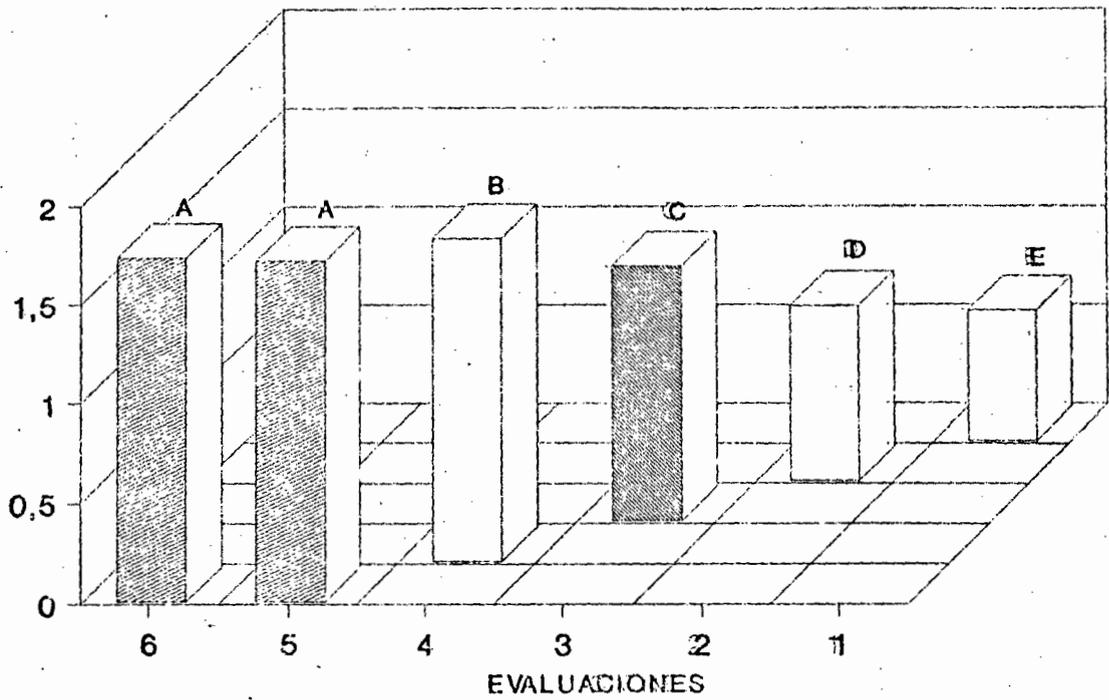
GRAFICA 11 PRUEBA DE TUKEY PARA  
CRECIMIENTO DE *D. coccus*.

los 59 días correspondiente a la cuarta evaluación el tamaño promedio fue de 2.90 mm por 2.40 mm y el estadio presente fue el de AD, cabe hacer mención que en estudios realizados por Marín y Cisneros (op. cit.), el tamaño de las cochinillas estudiadas para largo y ancho fue menor, el decremento en promedio fue de 0.90 mm por 0.53 mm para este estadio, en la evaluación a los 73 días tuvo un promedio de 4.72 mm por 3.60 mm también en AD; en las siguientes 2 evaluaciones el estadio continuo sólo que se incremento el tamaño; en la quinta evaluación a los 87 días el incremento fue de 5.28 mm por 4.10 mm y para la última a los 100 días el tamaño se incremento obteniéndose un promedio de 5.91 mm por 4.54 mm siendo este el tamaño máximo alcanzado en dicho estadio, pero para las Ovipuestas (OV) el incremento de tamaño realmente fue grande obteniéndose un promedio de 6.30 mm por 5.00 mm, la prueba de Tukey para evaluación (Gráfica 12).

## **6.2.- Posibles manifestaciones de antagonismo y sinergismo de los macro y microelementos en la producción de la grana o cochinilla**

El aumento o disminución del contenido de los elementos aplicados a las plantas durante el experimento, se señala la presencia del efecto llamado sinergismo en los diferentes tratamientos. En los cuales algunos de estos elementos favorecieron la absorción de otro o reforzaron su acción metabólica resultando una producción de cochinilla con base en su peso seco.

TALLA PROMEDIO EN MILIMETROS



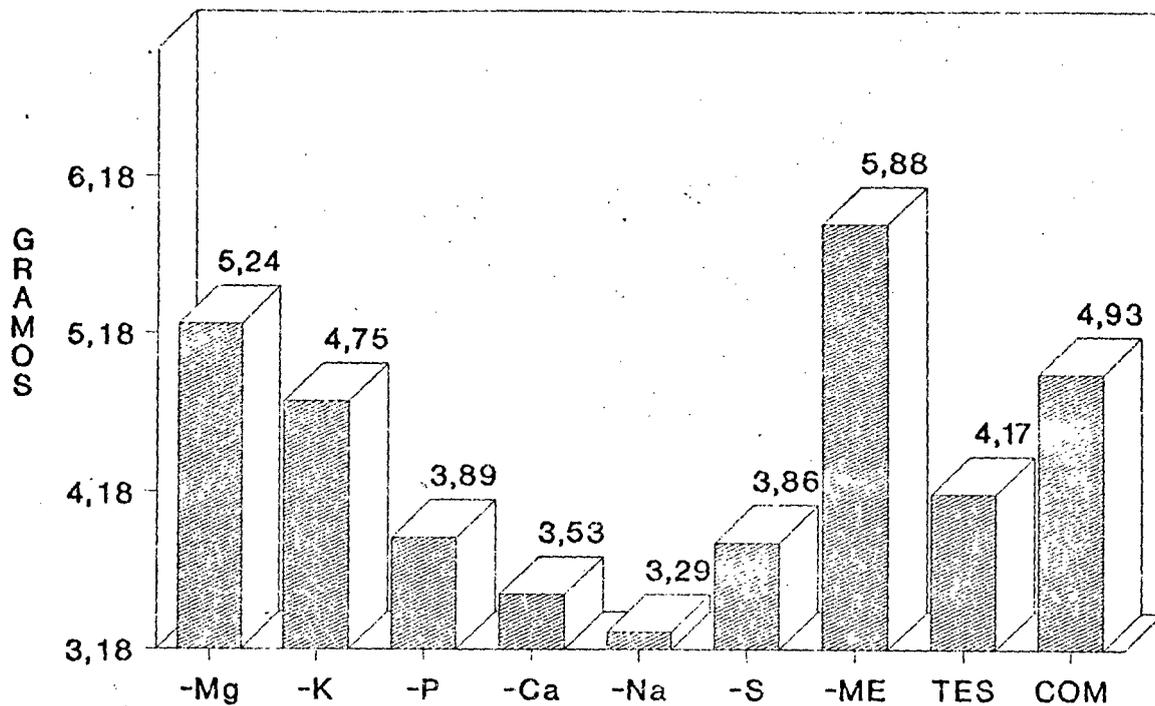
GRÁFICA 12 PRUEBA DE TUKEY PARA EVALUACION EN *D. coccus*, PARA CRECIMIENTO.

Los promedios obtenidos de la suma de los cladodios se indican (Gráfica 13) para cada tratamiento, la insuficiencia de -ME (5.88 gr.) y -Mg (5.24) resultaron con mayor peso; para el tratamiento carente de -K (4.75) el resultado fue uniforme no existiendo diferencias entre ellos, el Completo (4.93) y Testigo (4.17).

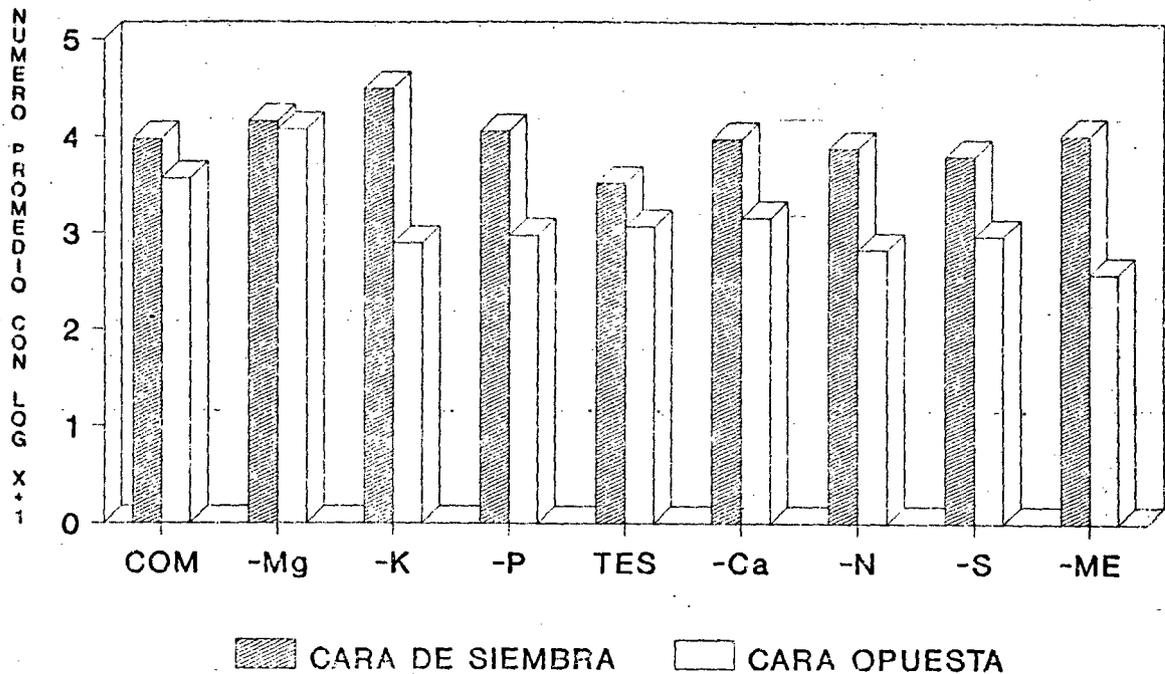
La insuficiencia de -P (3.98), -S (3.86), -Ca (3.53) y -N (3.29) disminuyeron en un 0.66% el peso seco de la cochinilla.

### **6.3.- Evaluar la influencia de los macro y microelementos en la calidad de la grana o cochinilla**

El ANVA realizado con los datos obtenidos de la calidad (cuadro 11) no presentó diferencias significativas en el efecto principal tratamiento ni en la doble interacción (tratamiento por cara), sólo el efecto principal cara indicó significancia. Encontrándose una marcada diferencia entre el peso seco de la cara de infestación y la cara opuesta, el cual se observa claramente en la Gráfica 14. En ella se muestra un incremento del 78.39 % en la cara de siembra con respecto a la cara opuesta con un 21.61 % del total en peso seco, los datos fueron transformados con Log X+1.



GRAFICA 13. PESO SECO PROMEDIO DE *D. coccus* PARA MACRO Y MICROELEMENTOS.



GRAFICA 14. EVALUACION DE LA CALIDAD DE *D. coccus*, EN DOBLE INTERACCION TRATAMIENTO POR CARA.

Cuadro 11. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA CALIDAD DE  
D. COCCUS , CON DATOS TRANSFORMADOS CON LOG X+1

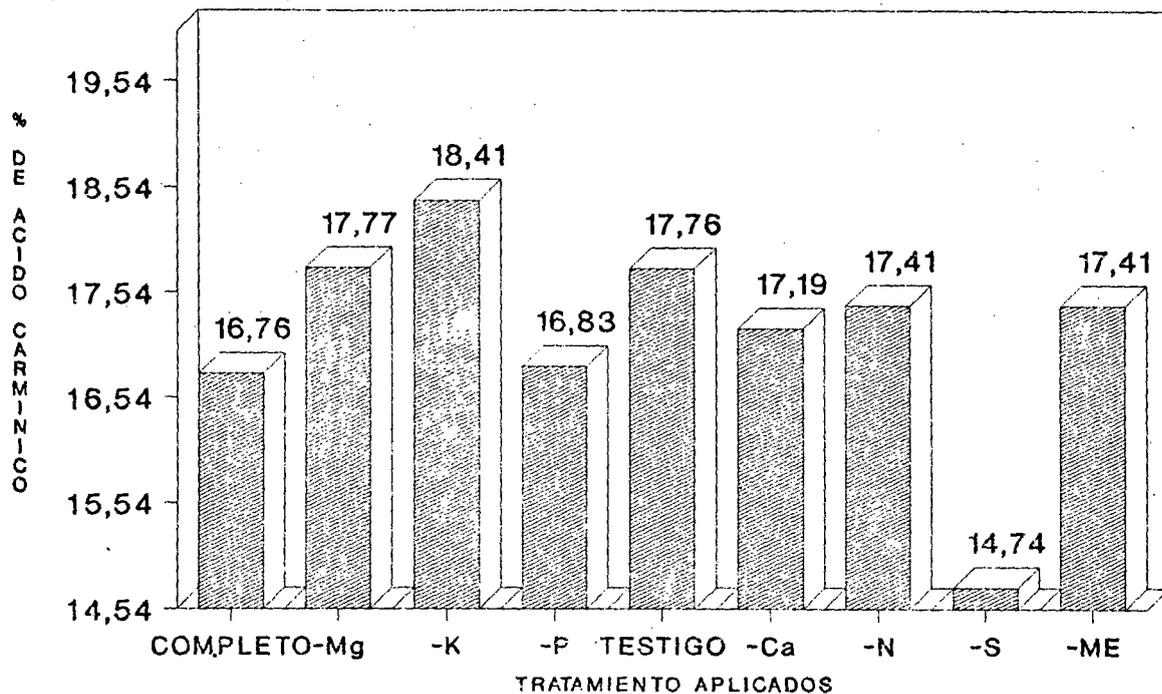
FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
TRATAMIENTO	8	4.69	6.58	1.29 NS
CARA	1	13.30	13.30	29.33 *
TRAT x CARA	8	3.88	0.48	1.07 NS
ERROR	54	24.48	0.45	
TOTAL	71	46.37		

C.V. = 18.95 %

\* = significativo

NS = no significativo

Una vez evaluada la calidad para cada tratamiento, se procedió a realizar la determinación de ácido carmínico para cada tratamiento y ver cual rindió mayor porcentaje. Se encontró en la muestras analizadas que en el tratamiento con insuficiencia de -K obtuvo el mayor porcentaje con 18.47 % en su contenido, el -Mg, ME, -N, -Ca, -P, y -S porcentaje fue uniforme con respecto al Testigo y Completo ya que el porcentaje fue similar obteniéndose un promedio de 12.37 % en los tratamientos, el -S mostró el menor porcentaje con 14.74 %. En la Gráfica 15 se observan los resultados.



GRAFICA 15 CONTENIDO DE ACIDO CARMINICO  
 EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA  
*Dactylopius coccus* Costa.

## VII.- DISCUSIONES

Los resultados del presente estudio confirman que el desarrollo de los insectos cochinilla se ve influenciado por la ausencia de algunos nutrientes esenciales contenidos en la planta que le sirve de hospedera, así lo sugirió Cisneros (1980). Sin embargo, en el estudio realizado ausencia de algunos elementos esenciales omitidos en la planta permitieron un desarrollo más rápido, y un incremento mayor en el tamaño de la cochinilla.

El desarrollo obtenido en los tratamientos carentes de ME, Mg, N y Ca favorecen la proliferación de ninfa I hasta el estado de hembras adultas; lo encontrado corresponde en parte a lo reportado por Zacarías (1988), en un experimento realizado en Perú, en donde la insuficiencia de -Mg, -K y -Ca es notable en la persistencia de ninfa I y ninfa II en tanto que la falta de -N y -P son indispensables para la abundancia de hembras adultas. Los datos obtenidos en este experimento varían en comparación a lo encontrado en la literatura: la no aplicación de -ME, -Mg y -N favorecen el desarrollo de ninfa I; el tratamiento -Ca en conjunto con los anteriormente señalados son necesarios para el desarrollo de hembras y machos. La alta mortalidad de cochinillas se manifestó en los tratamientos -P y -S. Esta diferencia en el tratamiento -P en relación con los resultados obtenidos en el experimento se debió posiblemente a las condiciones que imperan en Perú. Es necesario de tomar en cuenta la alimentación ingerida por el insecto, ya que es parte importante para su rápido desarrollo.

Vargas (1988), reportó que el incremento de temperatura es un factor que acelera el ciclo biológico de la cochinilla afectando el periodo de Ninfas I, y Ninfas II; mientras que para Quispe (1981), el efecto se hace evidente durante todas las etapas de desarrollo del insecto. Los resultados obtenidos en el experimento para la temperatura máxima de 28.5 a 37 °C y la mínima de 2 a 10.5 °C comprueban lo antes mencionado debido a que, el desarrollo de la cochinilla se aceleró; ya que su ciclo biológico se acortó observándose que desde el estadio de ninfa I hasta adultas fue de 92 días y al estado de oviplenas fue de 106 días.

Sobre el efecto de humedad relativa en el desarrollo de los insectos existen pocas pruebas convincentes, así Ross (1964), indica que la humedad relativa puede actuar de alguna de las siguientes formas: retardando la velocidad de desarrollo, Clarke (1963). La humedad relativa observada durante el desarrollo de la cochinilla fue de 79.66% y 96.67 %.

De acuerdo a lo sugerido por Arias (1988) el contenido de ácido carminico presente en la cochinilla, varía de acuerdo a factores como el desarrollo biológico y secado. En los resultados obtenidos en la extracción de ácido carminico de las cochinillas se observó que también influyó las condiciones del hospedero en el que se desarrolló la cochinilla ya que la insuficiencia de -K produjo más porcentaje de ácido carminico y la falta de -S produce un decremento en el mismo. En los tratamientos -ME, -P, -N, -Ca, -Mg se obtuvo un porcentaje de 12.14 %.

La calidad de la cochinilla resultó de dividir el número de individuos entre el peso seco de ambas caras del cladodio (cara de siembra y cara opuesta) en cada uno de los tratamientos considerándose este resultado como calidad. Obteniéndose mayor calidad de cochinilla en los tratamientos con insuficiencia de -K, -Mg y -ME. Según lo afirmado por Arteaga (1988) en concentraciones altas de N disminuye el rendimiento en peso seco y en niveles bajos de N aumenta el peso seco de cochinilla. El peso seco obtenido en cada uno de los tratamientos evaluados mostraron variabilidad, en niveles bajos de -ME y -Mg aumento el peso seco de la cochinilla. En los resultados obtenidos para el tratamiento con insuficiencia de N el rendimiento de peso seco de cochinilla fue igual al Testigo.

## VII.- CONCLUSIONES

Con base en las condiciones climáticas en que se desarrolló el presente estudio se resume lo siguiente:

- 1.- En el tratamiento Completo y el Testigo, su comportamiento observado fue el mismo debido a que mantiene una población uniforme en los estados del desarrollo biológico de la cochinilla.
- 2.- Debe evitarse la aplicación de ME, Mg y N cuando se realicen las infestaciones ya que favorecen el desarrollo de NI. La ausencia de P y S no es recomendable debido a la alta mortalidad ocurrida en el insecto.
- 3.- La falta de ME, N y Ca es notable en la persistencia de la población de ninfa I, adultas y machos. La insuficiencia de ME y K son indispensables para el incremento de ninfa II.
- 4.- El tratamiento Completo y Testigo fueron similares obteniéndose cochinillas de tamaño uniforme.
- 5.- La no aplicación de Macroelementos (Ca, Mg, P y K) así como los Microelementos, influyen en el crecimiento, que permite obtener en cada estado un tamaño más grande que en condiciones normales. En los tratamientos con carencia de S y N no presenta incremento en la talla del insecto.

6.- El tratamiento con ausencia de K resulta con más contenido de ácido carminico. En los demás tratamientos se obtiene el mismo contenido incluyendo el Testigo y el Completo. La falta de S produce menor contenido de ácido carminico.

7.- La calidad obtenida en la cara de siembra fue mayor, ya que en la cara opuesta se observa un decremento muy notable.

8.- Los tratamientos carentes de ME y Mg favorecen el incremento de peso seco en la cochinilla. La insuficiencia de P, Ca, N, y S, ocasiona un decremento el peso de las mismas.

9.- La temperatura registrada no influye en la duración del ciclo biológico de la cochinilla, observándose que de ninfa I hasta adultas fue de 92 días y para llegar al estadio de Ovipuestas fue de 106 días que es cuando se realizó la cosecha.

## XI.- LITERATURA CITADA

- Arteaga, E.J.L. et al. 1938. Efecto de la fertilización N-P-K de la tuna (*Opuntia sp*) en el incremento de peso de la cochinilla (*Dactylopius coccus* Costa) Wayllapampa 2450 m.s.n.m. Resúmenes del I Congreso Internacional de la tuna y cochinilla. en Ayacucho, Perú. pag. 38.
- Alzate, y Ramirez, 1985. La Naturaleza Sociedad Mexicana Historia Natural Tomo 6 1882-1884. pag. 97-181.
- Arreola, N.H.J., 1990. Inventario de las Cactáceas de Jalisco y su distribución Cact. y Suc. Mex. 35:(1) 7-8.
- Barrera, R.O. 1989. Estudios Geográfico del Espacio Natural y del Espacio Rural del municipio de Zapopan, Jalisco. Instituto de Geografía y Estadística s/p.
- Bravo, H. H., 1978. Las cactáceas de México, Ed. U.N.A.M. Volumen I México: 6-19 y 84-123.
- Chaboussou, F. 1971. The Role of Potassium and of cation equilibrium in the resistance of the plant. International Potash Institute Bern (Switzerland) 40 p.

- Dahlgren, de J. B., 1963. La grana cochinilla. Ed. Porrúa.  
Nueva Biblioteca Mexicana de Obras Históricas. México.
- De Lotto, G., 1974. On the status and identity of the cochineal insects (Homoptera: Coccoidea: Dactylopiidae).  
Journal Entomol. Soc. South Africa. 37 (1): 167-193.
- Fausto, H. y V. Cisneros. 1980. Principios de Control de las Plagas Agrícolas. Univ. Nac. Agraria, La Molina, Lima, Perú.  
pag. 56-65.
- Ferris, G. F., 1955. Atlas of the scale insects of North América.  
Ed. Standford University Press. California.  
Volumen 5: 69-78; 85-93.
- Flores, F. V., et. al., 1986. Epoca de siembra de la cochinilla del carmin *D. coccus* Costa en la comunidad campesina de Santa Rosa de Huatatas, Ayacucho 1984-1985 Resúmenes del I Congreso Nacional de tuna y cochinilla en Ayacucho, Perú: 36-37.
- Flores, C. y J. R. Aguirre, 1979. El Nopal como forraje Universidad Autónoma de Chapingo. pag. 11-13.
- Gilmour, D. 1968. Metabolismo de los insectos Sección V Biología (3). Ed. Alhambra, S.A. España pag. 45

- Gutiérrez, C. A., 1972. Nopalnocheztli, cactáceas y suculentas mexicanas. Tomo número 2: 51-54.
- Instituto de Geografía y Estadística 1977. Análisis Geoeconómico No 22 Zapopan, Universidad de Guadalajara.
- Mann, J., 1969. Cactus feeding insects and mites. United States National Musseum Bulletin 256: 137-150.
- MacGregor, L. R., 1976. La grana o cochinilla del nopal usada como colorante desde el México antiguo hasta nuestros días. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. 21(4): 93-96.
- Marin, L. R. y F. Cisneros, 1977. Biología y morfología de la cochinilla del carmin. Resúmenes del I Congreso *D. coccus C.* (Homoptera: Dactylopiidae). Revista Peruana de Entomología Soc. Ent. del Perú. 20 (1): 115-120.
- Meyran, J. y I.L. Piña. 1986. Cactáceas y Otras Suculentas del Estado de México. Gobierno del Estado de México pag. 28-30.
- Nakamura, D. 1988. Antecedente histórico de Cochinilla y Carmin In: Primer encuentro de Concertación para el Desarrollo de los colorantes Naturales: Cochinilla-Carmin. Instituto de Comercio Exterior. Lima, Perú. 77 pp.

- Nuñez, E.R. 1986. Curso Fertilidad del Suelo Colegio Posgraduados  
Chapingo México, Centro de Edafología. pag. 45.
- Painter, R.H. 1951. Insect resistance in Crop Plants the Mac Millan  
Ed. New York. 520 pp.
- Piña, L. I. 1981. Observaciones sobre la Grana y sus nopales  
hospederos en el Perú. Rev. Cact. y Suc. Méx. 26:(1) 10-15.
- Piña, L. I., 1977. La grana o cochinilla del Nopal, Monografías  
L.A.N.F.I. No. 1 Ed. Laboratorios Nacionales de Fomento  
Industrial: 55.
- Piña, L. I., 1979. Principales productores de grana fina y algunos  
aspectos biológicos sobre la producción de este colorante.  
Tecnología L.A.N.F.I. Revista de los Laboratorios  
Nacionales de Fomento Industrial. Vol. 5 3:14-16.
- Quispe R. L. 1981. Ciclo biológico de la cochinilla del Cactus  
*Dactylopius coccus* Costa, en diferentes Epocas del año y en  
Tres Pisos Altitudinales en Ayacucho. Tesis Ing. Agrónomo.  
UNSCH- Ayacucho.
- Rojas G. M., 1983. Fisiología Vegetal Aplicada. Ed. Mc Graw Hill.  
Capitulo 10 pp. 109-118.

Sánchez del C. y R.E. Escalante. Hidroponia principios y métodos de Cultivos, un sistema de producción de plantas, Univ. Aut. de Chapingo. pag 111-165.

Santibañez W. L. G. 1990. Ciclo biológico, cultivo y aprovechamiento de la cochinilla del nopal, *Dactylopius coccus* Costa en el municipio de Villa Díaz Ordaz, Tlacolula, adscrito al centro coordinador indigenista (I.N.I.) Zapoteco del Valle Oaxaca. Tesis de Lic. en Biología. Universidad Autónoma Metropolitana. pag 149

Varley, G. C. et. al., 1984. Insect Population Ecology An Analytic approach. Ed. Blackwell Scientific. Publications: 1-33; 55-93

Vargas, G.F. y V. Flores, 1986. Frecuencia de oviposición de la cochinilla del carmín (*D. coccus* Costa) en condiciones de laboratorio en Ayacucho. Resúmenes del I Congreso Nacional de tuna y cochinilla, Ayacucho, Perú: 47-48.

Zacarias W. et al. 1988. Influencia de los Macro y Microelementos en el establecimiento de la cochinilla del carmín *Dactylopius coccus* Costa en Ayacucho. Resúmenes del I Congreso de la tuna y cochinilla, en Ayacucho, Perú.