



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMIA

## TESIS DE GRADO

EFFECTO DE LA ORIENTACIÓN DE PENCAS DE TUNA (*Opuntia* sp.)  
SOBRE LA INFESTACIÓN DE COCHINILLA (*Dactylopius coccus*)  
CON DIFERENTE NÚMERO DE INÓCULOS

CARRERA DE INGENIERIA  
AGRONOMICA

PRESENTADO POR:

EDGAR FREDDY QUISBERT TICONA

La Paz, Bolivia  
2006

## I. INTRODUCCIÓN

En estudios realizados por varios estudiosos entendidos en el tema, se determinó la presencia de ácido carmínico, materia prima del carmín, licor de carmín y otros productos, en el insecto *homóptero* denominado “cochinilla del carmín”, bicho que parasita a la planta xerófita conocida como tuna o nopal. El cuerpo de este minúsculo insecto está compuesto en parte del mencionado ácido, que es producto del funcionamiento de su metabolismo (en el cual actúan pigmentos esenciales) y su interacción con los factores medioambientales que le rodean. Este diminuto animal se constituye en la actualidad la base fundamental de una industria organizada en otros países y en cierto modo desconocida o mal manejada técnicamente en el nuestro, dejando de lado el potencial que en si puede generar su aprovechamiento.

En relación a las técnicas adecuadas de explotación productiva de la cochinilla, uno de los factores que debe ser tomado en cuenta y que asimismo favorece el desarrollo óptimo del insecto, su favorable evolución biológica y la concentración de la materia prima deseada por los productores es la disposición de las pencas de tuna respecto del sentido de los rayos solares.

En investigaciones realizadas al respecto para determinar la mejor orientación de la ubicación de las pencas de las plantas de tuna (tallos planos), se estableció que las mejores disposiciones de los mismos para el desarrollo y la cría de la cochinilla están ubicadas tanto al Este como al Sureste, las otras disposiciones de los cladodios de los tunales presentan menor influencia favorable en la proliferación de la cochinilla. Asimismo, en cuanto se refiere a las características que deben reunir las pencas de las plantas que sean infestadas con inóculos de cochinilla, se debe tomar en cuenta el vigor, la sanidad y la edad de estas para su elección, con relación a este último aspecto, las más recomendables para el desarrollo de la cochinilla son las que tienen alrededor de un año (Quispe, 1990).

Por otro lado y como es natural, el pequeño productor agrícola precisa tener un rendimiento aceptable en las distintas áreas productivas en las que este abocado, diversificando las mismas, esto con el fin de que su utilidad sea mas provechosa, es así que es necesario buscar que esta sea mucho más rentable determinando otras alternativas beneficiosas, sin dejar de lado, por supuesto, las ocupaciones agrícolas productivas de primer orden.

De esta manera, la habilitación de plantaciones de tuna, su correspondiente infestación y posterior cría de la cochinilla, pretende llenar dichas expectativas, recuperando a su vez áreas de terreno de baja fertilización, las cuales muchas veces son abandonadas o no se les da ningún uso.

Es así que el presente estudio, pretende fomentar el conocimiento del manejo y producción del binomio tuna-cochinilla, sin que ello conlleve descuidar las labores de producción agrícola de orden primario, aprovechando asimismo las características que presentan las plantas de tuna (las que pueden desarrollarse en condiciones extremas de deficiencia tanto de humedad como de suelo).

El pequeño productor agrícola, se ve limitado muchas veces en sus rendimientos económicos por diversos factores, como ser condiciones climáticas desfavorables, reducción de precios de los productos agrícolas en el mercado y otros, producto de los cuales la utilidad generada no es muy favorable a nivel económico. Justamente la producción de cochinilla podría constituirse en una actividad de producción alternativa para aquel, que sin desplazar necesariamente a las principales actividades agropecuarias brinde ingresos económicos adicionales.

Por otro lado y en relación a la producción de cochinilla y la utilidad económica que genera, se conoce que por kilo de producto de este insecto, en cultivos de tuna a secano, se obtiene entre 8 a 15 dólares por su venta a acopiadores, quienes llevan el producto por diversos canales de comercialización hacia el Perú, para su posterior industrialización y exportación a países desarrollados en los

cuales los derivados de la cochinilla, el carmín y el licor de carmín, son muy apreciados.

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la orientación de las pencas de tuna (*Opuntia sp.*), con relación a la incidencia lumínica, sobre el grado de infestación con cochinilla (*Dactylopius coccus*) y sobre las colonias de insectos que se establezcan, mejorando el desenvolvimiento metabólico de los mismos.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar los tiempos de duración, en días, de las fases de desarrollo evolutivo más relevantes que presenta la cochinilla (Ninfa I, Ninfa II y hembra adulta) y el tiempo de extensión del periodo productivo o de cosecha del insecto.
- Evaluar el porcentaje de prendimiento de las hembras oviplanas de cochinilla, que son parte de los inóculos infestados en las pencas de tuna.
- Cuantificar el número de hembras oviplanas de cochinilla por penca que se presentan al tiempo de la cosecha del insecto.
- Determinar el rendimiento en materia fresca y seca que presenta el producto de cochinilla cosechado, para, posteriormente, determinar la concentración de humedad que presenta el insecto.
- Determinar y establecer el efecto que tienen la incidencia de los rayos solares, el grado de concentración de inóculos de cochinilla y el efecto de la interacción de los mismos, sobre las variables en estudio de la presente investigación.

### 1.3 HIPÓTESIS

- a)  $H_0$  = El tiempo en días a las distintas fases evolutivas de la cochinilla son similares.

$$* H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_n$$

Donde:  $\mu$  = Tiempo en días a las fase evolutivas de la cochinilla por tratamiento.

- b)  $H_0$  = El porcentaje de prendimiento de los inóculos de cochinilla es igual para cada tratamiento.

$$* H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_n$$

Donde:  $\mu$  = Porcentaje de prendimiento de la cochinilla por tratamiento.

- c)  $H_0$  = El peso en materia fresca y seca de la cochinilla es similar en cada tratamiento.

$$* H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_n$$

Donde:  $\mu$  = peso en materia fresca y seca de la cochinilla por cada tratamiento.

- d)  $H_0$  = El tiempo del ciclo a la cosecha de la cochinilla es similar para cada tratamiento.

$$* H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_n$$

Donde:  $\mu$  = Tiempo del ciclo a la cosecha de la cochinilla por tratamiento.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

### 2.1 LA COCHINILLA

La cochinilla. (Del latín *COCC NUS*, que significa escarlata o grana, derivada de *COCCUM*, quermes, insecto ) es un insecto homóptero, originaria de México, del tamaño de una chinche, presenta el cuerpo arrugado transversalmente y cubierto de un vello blancuzco, de cabeza cónica, antenas cortas y trompa filiforme. Vive sobre el nopal y siendo reducido a polvo, se empleaba mucho, y se usa todavía, para dar color de grana a la seda, lana y otros (Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta, 2005).

Este insecto vive como huésped de la tuna (figura 1) y se alimenta de la savia de las pencas de esta, constituyéndose, por lo tanto, en una plaga de la mencionada planta al nutrirse de los jugos de sus cladodios, los cuales succiona con sus piezas bucales especializadas que penetran profundamente en las pencas y por consecuencia la tuna llega a debilitarse (Quispe, 1990).



Figura 1. Colonias de cochinilla sobre pencas de tuna.

Cuando las cochinillas permanecen por más de una generación sobre las plantas, las partes infestadas suelen volverse necróticas, esto sucede aparentemente por la acción de una toxina introducida por el insecto durante su alimentación, en

algunas variedades de tuna se han notado estos efectos aún antes de que se complete una generación (Marín y Cisneros, 1993).

### 2.1.1 CARACTERISTICAS

La cochinilla presenta un dimorfismo sexual, es decir que existe diferencia tanto anatómica como estructural entre machos y hembras; los primeros son más pequeños y poseen dos alas para trasladarse y cumplir así su papel fecundador; las hembras por su parte, tienen mayor volumen, son ápteras y siendo fecundadas pueden poner de 293 hasta 586 huevos. Otra características que presenta este insecto es la fototaxia negativa, es decir que en presencia de alta intensidad lumínica, este insecto tiende a alejarse de la luz, esto sucede sobretodo cuando tiene la capacidad de movilizarse (S.N.A.G., 2000).

### 2.1.2 ORIGEN

La cochinilla es un insecto originario de México (Oaxaca) y del Perú. La cultura Azteca conoció de las propiedades colorantes de este bicho, utilizándolo en sus tejidos y en el pintado de sus viviendas. Aparentemente la cultura Inca también conoció de las propiedades de la cochinilla manipulándola para teñir sus tejidos finos de la nobleza y para pintar sus obras de cerámica (Romero, 1990).



Figura 2. Plantas de tuna infestadas con cochinilla.

Asimismo, el mencionado autor manifiesta que por mucho tiempo los españoles ejercieron el monopolio de la crianza y producción de este insecto (figura 2), manteniendo en secreto su naturaleza y obtención. Debido a esto los científicos de la época elaboraron diversas teorías acerca de las particularidades de la cochinilla, hasta que en el siglo XVIII, Leeuwenhoeck, probó en la Royal Society que la cochinilla era un insecto.

### 2.1.3 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Según Marín y Cisneros (1993), la cochinilla, conocida anteriormente como *Coccus cacti*, se clasifica de la siguiente manera:

Reino:	Animal
Phyllum:	Artrópoda
Subphyllum:	Mandibulata
Clase:	insecta
Subclase:	Pterygota
Orden:	homóptera
Suborden:	Stenorrhyncha
Familia:	dactylopidae
Genero:	<i>Dactylopius</i>
Especie:	<i>coccus</i>
Nombre científico:	<i>Dactylopius coccus</i> costa.
Nombre vulgar:	Cochinilla del carmín o cochinilla

Palomino (1994), ha descrito nueve especies del género *Dactylopius* que se encuentran distribuidas en diferentes latitudes del hemisferio, siendo de estas, la denominada *Dactylopius coccus* Costa, la cochinilla fina o cultivada mientras que las restantes son conocidas como cochinillas silvestres.

#### 2.1.4 VARIEDADES

En trabajos realizados por Espinoza et. al. (1983) se menciona que, comercialmente, se distinguen dos variedades de cochinilla de características claramente definidas, las que a continuación se mencionan:

a) Cochinilla plateada

Esta variedad presenta una coloración que varía entre tonalidades grises a plateadas. La cochinilla de este tipo presenta una coloración purpúrea (purpurina) con presencia de matices grisáceos. En relación a la dimensión, este ejemplar es algo mayor que variedad cochinilla negra.

b) Cochinilla negra

Esta variedad de cochinilla presenta una coloración rojiza a gris purpurina, presenta dimensiones algo más pequeñas en relación al volumen y al tamaño que la variedad plateada y se constituye en materia prima para un producto de mejor calidad.

#### 2.1.5 FASES DE DESARROLLO

Marín y Cisneros (1993), en experiencias realizadas en condiciones de laboratorio y sin temperatura controlada entre los meses de marzo a agosto, describe las siguientes fases de desarrollo que presenta la cochinilla:

a) Huevo

Los huevos, en un primer momento, son depositados individualmente (en promedio 419 huevos), pero posteriormente la deposición u oviposición de los

mismos se hace de modo continuo. Los huevos eclosionan entre los 15 a 20 minutos luego de ser depositados.

b) Ninfa I

La ninfa presenta una fase migrante y una fase de fijamiento a la penca. La primera etapa abarca de uno a dos días, posteriormente el insecto se fija a la penca introduciendo su estilete para alimentarse, esto ocurre en un lapso de 20 a 23 días, a partir de ese momento mantendrá ese estado hasta completar su desarrollo. Asimismo luego de fijarse a la penca, la ninfa I comienza a aumentar de tamaño al mismo tiempo que excreta un líquido viscoso en forma de gotitas que luego se endurece adquiriendo un color blanquecino amarillento. Posteriormente la ninfa I muda para convertirse en ninfa II (primera muda).

c) Ninfa II

En las hembras de cochinilla, esta fase dura entre 13 a 18 días, en el mismo los insectos se cubren de una cera pulverulenta que deja entrever la segmentación de su cuerpo, luego muda (segunda muda) para convertirse en hembra adulta; en el caso de los machos, la ninfa II forma un cocón en cuyo interior muda (segunda muda) dando lugar a la prepupa o protopupa, enseguida muda (tercera muda) para pasar al estado de pupa y, previa muda (cuarta muda), emerge el macho adulto, el tiempo de duración desde la formación del cocón por la ninfa II hasta la emergencia del adulto macho es de 18 a 22 días.

d) Hembra adulta

En esta fase, la cochinilla presenta un periodo de pre-oviposición de 30 a 68 días y posteriormente un periodo de oviposición de 28 a 50 días. La hembra completamente madura y en estado pleno de oviposición presenta un aspecto ligeramente oscuro, el macho adulto por su parte vive solo tres días.

Cuadro 1. Duración del ciclo de vida de hembras y machos de la cochinilla.

ESTADOS	DURACIÓN PROMEDIO EN DIAS	
	HEMBRAS	MACHOS
HUEVO	15 – 20 Min.	15 – 20 Min.
NINFA I	21 - 25	21 - 25
NINFA II	13 - 18	-----
NINFA II A FORMACIÓN DE COCON	-----	8 - 12
PREPUPA Y PUPA	-----	18 - 22
FASE ADULTA		
CARACTERISTICAS	HEMBRAS	MACHOS
PRE- OVIPOSICION	30 – 68	-----
OVIPOSICION	28 – 50	-----
POST-OVIPOSICION	10 – 20 *	-----
LONGEVIDAD HEMBRAS NO APAREADAS	103	-----
LONGEVIDAD MACHOS ADULTOS	-----	3
CICLO TOTAL	102 - 181	51 – 63

\* Las hembras se secan progresivamente hasta la muerte.

Fuente: MARIN Y CISNEROS (1993).

La proporción de sexos en la cochinilla es variable. En condiciones de laboratorio se ha determinado entre cinco a siete hembras por cada macho y en campo de veinte hembras por cada macho. El resumen del ciclo de desarrollo de machos y hembras de la cochinilla se presenta en el cuadro 1.

### 2.1.6 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

La cochinilla vive en diferentes zonas del planeta, desde climas templados a cálidos, su distribución es la siguiente:

- \* En América latina abarca México, América central, Perú, Argentina y otros.
- \* En Europa se encuentra en España, Francia y Portugal.
- \* En Asia se encuentra en Israel y Jordania.
- \* En el África se localiza en las Islas canarias.

Por otro lado, los españoles llevaron la cochinilla y la tuna al Perú y desde ese país se difundió en el país, en el cual se encuentran infestaciones favorables en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Santa cruz y La Paz, y en esta última, la cochinilla se ha expandido por las regiones de Río Abajo, Seguencoma, Luribay y otros (Zerda, 1995).

### 2.1.7 ECOLOGÍA

La Asociación de Agricultores de Chuquisaca (A.A.C., 1995), menciona que la cochinilla es un insecto homóptero que vive en zonas de clima templado y entre los factores que se debe considerar para su cría y producción, se tiene en primer lugar a la lluvia que se constituye en un factor adverso, no recomendándose la cría y explotación de cochinilla en lugares donde se presenten altas frecuencias de precipitación. La humedad relativa favorable en la que se desarrolla el insecto fluctúa alrededor del 85 %.

*Cuadro 2. Condiciones de hábitat donde prospera la cochinilla*

FACTOR	CARACTERÍSTICA
CLIMA	Cálido templado.
TEMPERATURA	Entre 15 a 27 °C
HUMEDAD	Entre 40 a 85 %
PRECIPITACIÓN	Entre 100 a 800 mm.
ALTITUD	Entre 100 a 3100 metros sobre el nivel del mar.

Fuente: CIDERI (1991).

Otro factor a considerar es la temperatura que, para el desarrollo biológico adecuado de la cochinilla, fluctúa alrededor de los 16 a 24 °C; asimismo no se recomienda la producción de este insecto homóptero en regiones donde se presenten vientos fuertes y luminosidad alta (Espinoza et. al., 1983). En el cuadro 2, se presentan los requerimientos ecológicos adecuados que precisa la cochinilla.

### 2.1.8 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La cochinilla presenta en su organismo una sustancia colorante de tonalidad roja que es inocua para la salud humana y es altamente apreciada por la industria, es por ello que su utilización ha sido recomendada por organismos internacionales como ser la UNICEF y la FAO (A.A.C., 1990).

*Cuadro 3. Composición química de la cochinilla*

ELEMENTO	PORCENTAJE EN MASA (%)
ACIDO CARMINICO	10 – 25
MATERIA PROTEICA	40
GRASAS	10
CERAS	0.5 – 2
CENIZAS	5 – 8
HUMEDAD	10 - 20

Fuente: Romero (1990)

La composición química de la cochinilla varía según su tamaño, presenta generalmente 10 % de ácido carmínico, 2% de ceniza, de 10 a 20 % de humedad, 40 % de materia proteica, 12 % de lípidos y de 0,5 a 2 % de ceras (ITINTEC, 1997; Baudi, 1993). Las grasas están constituidas principalmente por triglicéridos, el porcentaje promedio de miristina es del 22 %; las ceras, asimismo, están formadas esencialmente por coccerina con 75 % del total del material ceroso. En cuanto a las cenizas estas están compuestas por óxidos de calcio, magnesio,

sodio, aluminio, ácido fosfórico, etc. En el cuadro 3, se presenta la composición química de la cochinilla de acuerdo a investigaciones realizadas.

#### 2.1.9 IMPORTANCIA DE LA COCHINILLA

En muchas ocasiones, cuando se habla de la cochinilla y el carmín, se tiende a relacionarlo con un mercado amplio y un negocio de alta rentabilidad, lo cual no refleja la realidad. Es así que en el tiempo del auge de la cochinilla muchos inversionistas y productores sobretodo del Perú como de nuestro país, arriesgaron fuertes sumas económicas, las cuales dieron lugar a pérdidas significativas debido a la tendencia decreciente de los precios en el mercado, el uso de colorantes sintéticos sustitutos del carmín en los países consumidores y otros factores concatenantes (Mathews, 1989).

DHV CONSULTORES – PITC (1992), en su informe principal al Banco Mundial manifiesta que los países que ofertan cochinilla a nivel mundial son el Perú y las Islas canarias. La situación de violencia y la grave crisis económica que vive el Perú y la concentración de la oferta en aquel solo país, puede favorecer las expectativas de producción de cochinilla de Bolivia, debido a que los importadores pretenden diversificar su mercado de abastecimiento.

Por otro lado, la producción de cochinilla debe constituirse en un rubro complementario a la economía tradicional campesina y en ningún momento pasar a ser una actividad sustitutiva de la misma. Además es importante tomar en cuenta el manejo eficiente del binomio tuna – cochinilla, desde un punto de vista ecológico y conservacionista de los recursos naturales y del aprovechamiento integral de los mismos (DHV- CONSULTORES, 1992).

### 2.1.10 APLICACIONES INDUSTRIALES Y USOS DE LA COCHINILLA

#### a) Aplicaciones industriales

CIDERI (1991), indica que la cochinilla se constituye en materia prima para la obtención de valiosos colorantes naturales, como el extracto de cochinilla, Carmín y ácido carmínico, estos derivados son altamente cotizados en los mercados mundiales. De otro modo, este insecto homóptero se constituye en materia prima para los siguientes productos (S.N.A.G., 2000):

- \* Carmín y licor de carmín.
- \* Colorantes de líquidos.
- \* Indicadores de análisis químico.
- \* Mordientes para teñido de lanas.
- \* Tinciones para teñir trematodos y nemátodos en masa.

#### b) Usos de la cochinilla

El derivado de la cochinilla de mayor difusión es el ácido carmínico (figura 3) y es muy utilizado en las siguientes industrias (CIDERI, 1991):

- \* *Cosmetología, perfumería y farmacéutica*

El producto de la cochinilla es empleado en esmaltes de uñas, lápices labiales, cremas faciales, jabones finos de tocador, en sombras que son utilizadas alrededor de los ojos, etc., también es utilizado para colorear medicamentos, pomadas de uso externo, dentríficos, jarabes, grageas, cápsulas, pastillas, etc.

- \* *Productos alimenticios*

El uso frecuente de los derivados de la cochinilla se presenta en el teñido de productos cárnicos y sazonadores, en caldos y sopas deshidratadas, para colorear

conservas y semiconservas de tomates y vegetales en general, en jaleas, jarabes y mermeladas, en caramelos, pastillas y gomas de mascar, en confitería, pastelería, repostería y productos lácteos, en bebidas refrescantes (tanto líquidas o en polvo) y en bebidas alcohólicas (campari, licores).

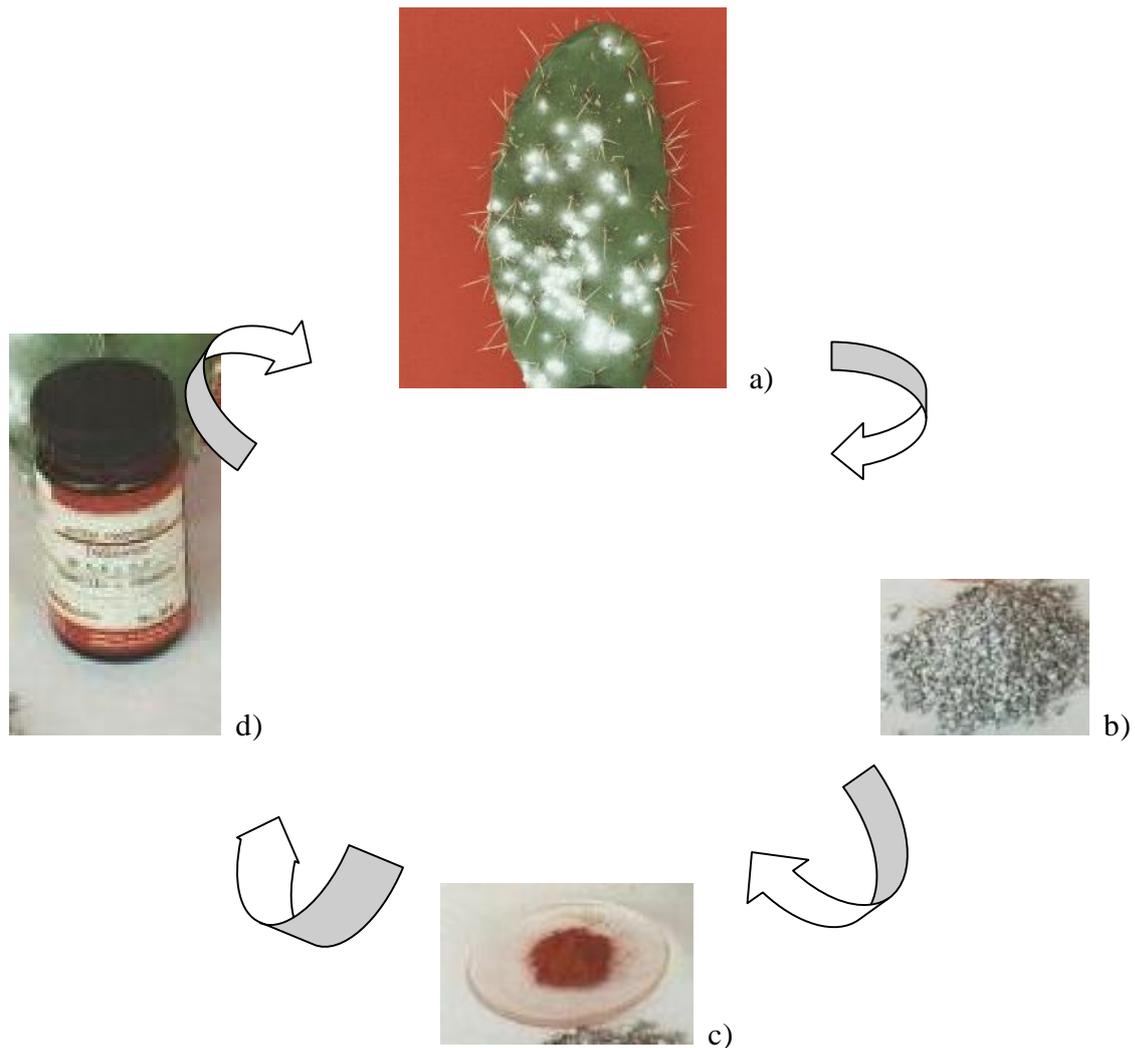


Figura 3. a) Cladodio de tuna hospedando a *Dactylopius coccus*  
b) Grana de cochinilla seca.  
c) En el plato producto molido.  
d) El envase contiene ácido carmínico.

\* *Industria química*

El producto de la cochinilla es aprovechado como reactivo en diversos compuestos como ser la albúmina, el ácido bórico, sales de Urano, etc. Es empleado como indicador en la determinación volumétrica de fosfatos en la orina y en coloraciones de técnicas histológicas.

\* *Otras aplicaciones*

Otros usos de los productos de la cochinilla son el teñido de lanas, sedas, nylon, estampados en prendas de vestir, etc.; en trabajos de imprenta y litografía, teñido de flores artificiales, en pinturas, acuarelas, etc. El ácido carmínico puro es también utilizado en pequeñas cantidades como indicador del pH.

## 2.1.11 CLASIFICACIONES COMERCIALES

Según el Instituto de investigación tecnológica industrial y de normas técnicas (ITINTEC, 1997), la cochinilla se clasifica comercialmente en tres grados: primera, segunda y descarte, de acuerdo a su calidad, para lo cual se deben cumplir con los requerimientos establecidos (ver cuadro 4).

*Cuadro 4. Requisitos de calidad para la cochinilla.*

PARÁMETRO	GRADOS DE CALIDAD (%)		
	PRIMERA	SEGUNDA	DESCARTE
HUMEDAD	13	12	10
TAMAÑO: MALLA 1/8 DE PULGADA.	>100	0	0
MALLA 1/16 DE PULGADA.	3	>100	0
MALLA 1/32 DE PULGADA.	0	3	100
IMPUREZAS	3	5	No se determina
ACIDO CARMÍNICO	>17.5	>10	No se determina
CENIZAS	5	12	25 o 5

Fuente: ITINTEC (1997).

La categorización anteriormente mencionada, del mismo modo, se la puede realizar en función a factores como el color, la forma, la madurez y el tamaño que presenta la cochinilla. DHV CONSULTORES-PDA (1992) menciona que, los requerimientos internacionales para la cochinilla son:

- \* Estar libre de sustancias impuras.
- \*Tener un contenido de ácido carmínico entre el 20 y el 21 % mínimo, y entre el 22 al 24 % en preferencia.

## 2.2 LA TUNA

La Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta (2005), manifiesta que la tuna o nopal, es una planta xerófita de metabolismo ácido crasuláceo que se habitúa a condiciones de hábitat extremos. Esta planta, se encuentra incluida dentro del género de la familia de las Cactáceas, que se distribuyen por toda la América tropical y la región mediterránea (figura 4). Existen varias especies americanas que se desarrollan favorablemente en lugares cálidos, semicálidos y desérticos.



Figura 4. Plantación de tuna o nopal.

### 2.2.1 ORIGEN

La planta de tuna es una especie originaria de América y de reciente diferenciación filogenética. Ha sido aprovechada en un primer momento por culturas tecnológicamente avanzadas en la agropecuaria como son las civilizaciones Inca y Azteca (Romero, 1990). Por su parte Espinoza et. al. (s.f.), manifiesta que la planta de tuna (*Opuntia ficus – indica*) es originaria del Perú, Bolivia como también de las planicies de México, desde las cuales se ha llevado su cultivo hacia el resto del mundo.

CIDERI (1991), menciona que el desarrollo de la tuna en sus mas altos niveles se ha presentado tanto en México como en el Perú, siendo asimismo, desde los tiempos precolombinos, un recurso vegetal alimenticio de primer orden, debido a su rusticidad y fructificación, obteniéndose alimentos de los frutos y de las paletas o pencas (cuando estos están tiernos).

### 2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta (2005), menciona que, en la clasificación científica, la tuna o nopal pertenece al género *Opuntia*, dentro de la familia de las Cactáceas. Romero (1990) clasifica a la tuna de la siguiente manera:

Clase:	Angiosperma
Subclase:	Dicotiledónea
Orden:	Cactales
Familia:	Cactácea
Género:	Opuntia
Especie:	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill.

En el continente americano existen alrededor de 150 especies de tunas, propias de lugares cálidos y semiáridos, algunas de las cuales son: el nopal de tuna

camuesa (*Opuntia robusta*), nopal cardón (*Opuntia strepacantha*), tuna colorada (*O. Stenopetala*), chaveña (*O. chavena*), de castilla o higo chumbo, en España (*O. ficus indica*), duraznilla (*O. leucotricha*), nopal de la cochinilla (*Nopalea cochenillifera*), tapona (*O. tapona*), xoconoscle o tuna huell (*O. imbricata*).

### 2.2.3 VARIEDADES

Entre las variedades de tuna se destacan: la tuna aguamielilla, amarilla, blanca, camuesa, cardona, cascarona, colorada, chaveña, de castilla (higo chumbo en España), duraznillo, hartona, pachona, palmita, pelona, ranchera, tapona, teca, tempranilla, verde y xoconoscle o tuna huell, entre otras. Existen numerosas variedades de nopales productores de tunas, de frutos apreciados sobre todo en la gastronomía popular.

Una de las variedades importantes a nivel económico es el nopal de la cochinilla, también llamado nochestli, noches nopal o nopal de San Gabriel, esta mide hasta cuatro metros y tiene abundantes ramas. En esta variedad anida una especie de cochinilla (*Dactylopius cacti*) que, reducida a polvo, produce un tinte rojo que se aplica sobre fibras textiles como seda, algodón y lana.

Entre las variedades existentes en Bolivia, dos son las mas importantes: las tunas verdes jugosas y las amarillas de carne más seca (Vega, 1990). En la zona andina las variedades más comunes de esta planta crasulácea son la tuna blanca, la tuna amarilla, la tuna morada, la tuna colorada y la tuna de variedad forrajera, esta última presenta pencas sin espinas (Espinoza et. al., 1983).

### 2.2.4 CARACTERÍSTICAS

Entre las singularidades que presenta esta planta están la espontaneidad con la cual se reproduce y la rusticidad de su desarrollo, lo cual ha permitido que prolifere en regiones áridas y semiáridas de diferentes partes del planeta. Otro rasgo característico que presenta la tuna, es el modo de asimilación (captación) del

dióxido de carbono de la atmósfera, ya que presenta actividad nocturna de aprovechamiento de dicha sustancia y entre las especies de *Opuntia*, la capacidad de asimilación del dióxido de carbono es variable, siendo la *Opuntia ficus – indica* L. Mill. la que muestra un nivel máximo de aprovechamiento.

Asimismo la planta de tuna presenta una altura que varía entre los tres a cuatro metros, igualmente presenta tallos aplanados, carnosos, ovales de tres a cuatro decímetros de longitud y dos de anchura, erizadas de espinas que representan las hojas llamadas gloquidios. También presenta flores grandes, sentadas en el borde de los tallos de pétalos encarnados o amarillos que dan lugar a un fruto verrucoso piriforme (Biblioteca Microsoft Encarta, 2005).

## 2.2.5 COMPOSICIÓN QUÍMICA

La planta de tuna presenta diversas vitaminas dentro de su composición química (cuadro 5), además posee cualidades y propiedades astringentes y antisépticas, aparte de ser dulce, fresca y aromática.

Cuadro 5. Composición química de la tuna.

ELEMENTO	PORCENTAJE EN MASA (%)	MINERALES (mg / 100 gr.)	
HUMEDAD	81.4 %	CALCIO	57.0
PROTEÍNAS	1.1 %	FÓSFORO	32.0
LÍPIDOS	0.4 %	HIERRO	1.2
GLÚCIDOS	13.5 %		
FIBRA	3.1 %		
CENIZAS	0.5 %		

Fuente: Romero (1990).

## 2.2.6 DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

CIDERI (1991), manifiesta que la planta de tuna se distribuye por toda la América tropical y la región mediterránea, se encuentra dispersada desde la provincia de Alberta en el Canadá, hasta la región de la Patagonia en la república Argentina. Las plantas de tuna se desarrollan principalmente en las zonas desérticas de los Estados Unidos de Norteamérica, México, Perú y Bolivia (Zerda, 1995).

En Bolivia, la mayor concentración de tunales se encuentran ubicados en los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Potosí, La Paz, Santa Cruz y el valle central de Tarija. Las zonas de vida propicia para el binomio tuna – cochinilla en el país, comprenden un área total aproximada de 65.580 kilómetros cuadrados, representando esta cifra el 5.98 % de la superficie total del territorio nacional.

## 2.2.7 REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS Y ECOLÓGICOS

### a) Requerimientos agroclimáticos

La planta de tuna debido a su rusticidad no tiene preferencia por un determinado tipo de suelo, pudiéndose adaptar en terrenos de pendientes elevadas, de escasa materia orgánica y poco profundos, aunque se la puede encontrar en superficies de tipo calcáreo (Flores et. al., 1996).

*Cuadro 6. Requerimientos agroclimáticos de la tuna*

FACTOR	CARACTERÍSTICA
CLIMA	Templado a cálido.
TEMPERATURA	Entre 16 a 27 °C.
HUMEDAD RELATIVA	De 55 a 85 %.
PRECIPITACIÓN	De 350 a 600 mm (hasta 2000 mm).
ALTITUD	entre 800 a 2800 m.s.n.m.

Fuente: CIDERI (1991).

Debido a la debilidad de su sistema radicular y su peso, la tuna, en relación a los suelos, requiere que estos no sean exageradamente húmedos y flojos por no ser propicios para su desarrollo, por cuanto, cuando las plantas adquieren gran envergadura y tamaño, estas tienden a desplomarse debido a su volumen. El cuadro 6 presenta los requerimientos agroclimáticos de la planta de tuna.

b) Requerimientos ecológicos

\* *Humedad*

Remond (1993), menciona que la tuna esta adaptada para sobrevivir periodos prolongados de sequía, debido a dos razones:

- El tallo suculento que presenta, tiene la propiedad de almacenar agua, debido a que en su centro existe una red bilateral de tejidos celulósicos que, con el transcurso del tiempo, se endurecen dando a la penca una constitución rígida.
- La planta de tuna presenta una epidermis recubierta de una cutícula gruesa blanquecina e impermeable.

Las características que presentan las tunas (tamaño de vacuolas, aumento de tejidos parenquimatosos), les permiten acumular agua en forma rápida en periodos breves de lluvias. La succulencia que presenta esta planta, se debe al desarrollo de sus elementos parenquimatosos que permanecen distendidos y turgentes, esto se explica porque los polisacáridos con débil capacidad de inhibición se convierten en pentosas, dicho fenómeno ocurre al escasear el agua, estas pentosas al combinarse posteriormente con sustancias nitrogenadas forman compuestos irreversibles de gran capacidad de hidratación (Chavez, 1989).

\* *Luminosidad y temperatura*

En ensayos realizados acerca del efecto de la orientación de las pencas sobre la producción de tuna, en la calidad de frutos, el enraizamiento de cladodios y la

temperatura interna de los mismos, se muestran que las orientaciones de las caras de las pencas dirigidas en dirección este – oeste son mucho mas ventajosas en relación al sentido norte – sur, debido a que son más eficientes en la captación de luz y por tanto producen mejores frutos y enraízan más fácilmente.

La luz solar y la temperatura interna de las pencas contribuyen a la formación de carbohidratos y auxinas, los que promueven una emisión mayor de raíces y aumento del peso de las pencas y por percibir mayor cantidad de luz, las pencas que tienen orientadas sus caras en dirección este – oeste, tienen una alta producción de materia seca.

#### 2.2.8 IMPORTANCIA DE LA TUNA

En estudios realizados se mencionan que, hay variedades de tuna que no tienen muchas espinas en las pencas y que podrían utilizarse en la alimentación del ganado caprino, lanar y otros y de este manera se pueden habilitar y aprovechar tierras marginales a las cuales no se les da uso alguno (Romero, 1990).

*Cuadro 7. Producción de tuna en una plantación con una densidad de 1250 unidades en una hectárea.*

TIEMPO (Años)	PRODUCCION (Kg / Ha)
PRIMERO	0.0
SEGUNDO	2500
TERCERO	62500
CUARTO	7500
5° A 10°	12500
10° A 15°	22500
15° A 20°	31250

Fuente: Elaboración propia en base a datos del S.N.A.G. (2000).

Según la Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería (S.N.A.G., 2000), el rendimiento promedio de frutos de tuna, depende directamente del manejo recibido. La estimación de la producción de una plantación de tuna por hectárea para un determinado lapso de tiempo se presenta en el cuadro 7.

## 2.2.9 APLICACIONES INDUSTRIALES

La Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería (S.N.A.G., 2000), menciona las posibilidades industriales que ofrece la tuna:

a) Para el consumo humano y forraje

En jugos, jaleas, mermeladas, conservas, licor de tuna, verdura de nopalitos, almíbar, fruta de mesa y deshidratada, levadura para uso farmacéutico, azúcar, licor de tuna, vinos, vinagres, queso de tuna, mieles, melcocha, verduras de nopalitos, etc. Asimismo como forraje se utiliza para elaboración de los ensilados y también en pastas de semilla.

b) Para productos químicos y otros

El uso de la tuna se da en colorantes (carmín y ácido carmínico), a partir de la producción de cochinilla, en fertilizantes (potasio y calcio), en fibra para la fabricación de papel y alcohol industrial, como base para la industria del jabón y de anticorrosivos, goma de tuna, ácido oxálico, poli electrolitos activos, floculantes (clasificador de agua), mordiente para la industria textil, caucho sintético, etc.

## 2.3 LA PENCA

### 2.3.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS

Se conoce como penca a los tallos aplastados, carnosos, cubiertos de pequeños agrupamientos de pelos rígidos y por lo general, también de espinas. La penca,

conocida también como paleta o cladodio, tiene la forma oval y mide entre treinta a cuarenta centímetros de longitud por veinte de ancho.

### 2.3.2 USOS E IMPORTANCIA DE LA PENCA DE TUNA

Las pencas de tuna se constituyen en un alimento delicioso, tanto cuando se consumen en crudo como ligeramente asadas. Asimismo sirven como forraje para el ganado y dentro de su composición química presentan proteínas y minerales, como calcio y potasio. En gran cantidad son ligeramente laxantes y además contribuyen a disminuir los niveles de colesterol y de glucosa, de otro modo facilitan la eliminación de parásitos y sirven como tónico cardíaco.

En los últimos años del siglo XX ha resurgido el interés por la tuna o nopal y específicamente por sus pencas o paletas como fuente alimenticia y de salud, de este modo se ha incrementado su consumo no sólo en estado fresco, sino también deshidratado, como un complemento indicado en la medicina naturista (Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta, 2005).

## 2.4 IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA COCHINILLA

TUKUYPAJ (1993), en la memoria del IV Seminario Nacional sobre investigaciones de tuna y cochinilla menciona que, en 1990, las exportaciones bolivianas de cochinilla y similares fue de 44723 Kg. con un valor de 3244889 \$u\$ pero lamentablemente no menciona la fuente de información, afirmando, asimismo, que en el año 1992 la producción nacional de materia prima seca de cochinilla fue de una tonelada métrica aproximadamente. En la sección de anexos (cuadro 13-A) se presenta la producción y exportación de cochinilla al año 2003 (CEPROBOL, 2003).

Como se mencionó anteriormente, el Perú es el mayor exportador de cochinilla seca del mundo con un 75 % de la demanda mundial, le siguen las islas canarias

con el 4 %, en estas últimas, ciertas informaciones indican que los altos costos de producción han desalentado el crecimiento de la misma, es así que la mayor parte de su producción es absorbida por Italia que a su vez también importa del Perú (DHV CONSULTORES, 1992). La evolución histórica de los precios promedio de las exportaciones peruanas de cochinilla fluctúan mucho, registrándose en 23.7 \$u\$ / Kg como dato de los últimos 18 años (DHV CONSULTORES, 1992).

De otro modo, los mayores importadores mundiales de cochinilla son el Japón y Francia, en estos países dichas importaciones están libres de aranceles. Asimismo los mayores importadores de carmín son: Gran Bretaña, Irlanda, Suiza y Estados Unidos.

## 2.5 TECNICAS DE PRODUCCIÓN DE COCHINILLA

### 2.5.1 BAJO AMBIENTES CONTROLADOS

Portillo (1992), indica que el cultivo de cochinilla bajo cobertizos, conocidos como nopalotecas (nombre con que se designa en México al acomodo vertical y continuo de cladodios de tuna *Opuntia ficus indica* Mill., dentro de un cobertizo para el cultivo de la grana de cochinilla), es una forma muy ventajosa de producción, que permite el desarrollo y la cosecha del insecto (grana), aún bajo condiciones climáticas extremas. Las experiencias en este tipo de sistemas de producción son relativamente pocas.

### 2.5.2 A CAMPO ABIERTO

DHV CONSULTORES – PITC (1992), indica que todas las especies de *Opuntia ficus indica* Mill., que se producen en Bolivia, son capaces de albergar a la cochinilla. Las experiencias bolivianas que se han sistematizado en relación a este aspecto dan ventaja, en la aptitud de albergar a la cochinilla, a la variedad *amarilla graba* para las infestaciones a campo abierto.

Las técnicas de infestación a campo abierto pueden ser naturales o inducidas. La infestación natural es provocada por agentes naturales como el viento, las aves, insectos y otros, sin intervención del hombre, esta es muy lenta. La infestación inducida es provocada por el ser humano a través de diversos métodos.

Los aspectos técnicos que se deben tomar en cuenta en la producción de cochinilla a campo abierto son los siguientes:

a) Infestación (inoculación)

\* *Época de infestación*

Se ha determinado que las mejores infestaciones resultan en el mes de abril, ya que en dicho mes hay poco viento, no hay precipitaciones pluviales intensas, ni bajas temperaturas; las infestaciones en agosto son perjudicadas por los vientos y en diciembre por las lluvias (DHV CONSULTORES - PITC, 1992).

\* *Métodos de infestación*

El Servicio Nacional de Agricultura y Ganadería (S.N.A.G., 2000) indica que, en la infestación inducida o artificial realizada por el ser humano aplicando ciertas técnicas o sistemas desarrollados, se pueden mencionar los siguientes métodos:

- El método de la penca.
- Método del paño o gasa.
- Método de polvillo (que contiene huevos y ninfas).
- Otros métodos: uso de bolsitas de papel y tarros, doblado de pencas, etc.

El método de infestación inducido mas empleado y de mejores resultados en la producción de cochinilla (utilizado asimismo en el presente ensayo), es el empleo de la *"bolsita de malla o tul"*, debido a que presenta las siguientes ventajas:

- Eleva la producción y la productividad.
- Se pueden programar siembras y cosechas para cualquier época del año.
- Permite la homogeneización del tamaño de la cochinilla.
- Permite realizar el mantenimiento adecuado de los tunales.
- Favorece la eliminación de la cera adherida a las pencas productoras.
- Reduce los costos de mano de obra en las cosechas.
- Permite proteger a las hembras oviplanas de la cochinilla, de los predadores como los coccinélidos y hormigas.
- Favorece el paso de las ninfas migrantes.

\* *Grado y ubicación de infestación*

Espinoza et. al. (1983) indica que, se conoce como grado de infestación al porcentaje de la superficie densamente cultivada o poblada por la cochinilla, asimismo se tiene una escala de valores respecto de la infestación de una penca de tuna la cual se presenta en el cuadro 8. Por su parte Portillo (1992) menciona que, en relación a la ubicación que debe tener el inóculo de la cochinilla, la infestación realizada en el tercio medio de las pencas de tuna resulta mucho más favorable para el desarrollo del insecto.

*Cuadro 8. Grados de infestación en la tuna.*

GRADO DE INFESTACIÓN	PORCENTAJE
GRADO 0	Libre de infestación
GRADO 1	Hasta el 25 % de 26 a 50 % de infestación
GRADO 2	De 26 a 50 % de infestación
GRADO 3	De 51 a 75 % de infestación
GRADO 4	De 76 a 100 % de infestación.

Fuente: Espinoza et. al. (1983)

## b) Recolección

\* *Época y frecuencia de recolección*

Las cosechas de la cochinilla, están previstas para los meses de abril, agosto, noviembre o diciembre, es decir existen tres cosechas anuales según sea el desarrollo de la vida del insecto. Los productores de cochinilla recomiendan que la recolección de la materia prima se efectúe luego de un mes de iniciada la oviposición (Espinosa et. al., 1983). Los periodos apropiados para la cosecha son:

- marzo – abril.
- Julio – agosto.
- Noviembre – diciembre.

Se manifiesta que la frecuencia de la cosecha esta dada por el ritmo de sucesión de las generaciones de la cochinilla (ciclo de vida), asimismo, uno de los factores vitales para acelerar el ciclo biológico del insecto es la temperatura, ya que cuando se dan altas magnitudes de la misma, el tiempo de desarrollo de las fases de vida del insecto se reducen y por tanto el intervalo de recolección (Sánchez, 1995).

\* *Tamaño óptimo de recolección*

La recolección de la materia prima de cochinilla se realiza cuando la hembra adulta ha cumplido su total desarrollo (3 – 4 meses), edad en la cual alcanza a medir 7 mm de longitud por 6 mm de ancho que es el tamaño óptimo en estado fresco para la cosecha, el manejo post – cosecha y el posterior aprovechamiento comercial (Sánchez, 1995).

\* *Rendimiento*

El Servicio Nacional de Agricultura y Ganadería (S.N.A.G., 2000), manifiesta que para una hectárea de plantación de tunales con una densidad de 1666 plantas y

con tres recolecciones al año y con un manejo tecnificado (para 10 años de vida), el rendimiento promedio de producción de cochinilla en peso fresco, presenta los siguientes valores:

- Cultivo en seco, 180 kg de cochinilla.
- Cultivo bajo riego, 350 kg de cochinilla.

Una plantación de tuna, técnicamente llevada y con una población de alrededor de 2000 plantas por hectárea, al cuarto año producirá 100 kg de cochinilla seca/ ha/ año (Romero, 1990). Los rendimientos de producción de cochinilla en los valles de Cochabamba, Chuquisaca y Tarija fluctúan entre 50 a 80 kg/ ha/ año (TUKUYPAJ, 1993).

El Servicio Nacional de Agricultura y Ganadería (S.N.A.G., 2000) menciona que, la producción de cochinilla para un cultivo nuevo y en seco, se inicia al cuarto o quinto año dependiendo de las lluvias. Para un tunal nuevo y bajo riego, la producción se iniciará a partir del tercer año.

c) Manejo post- cosecha

\* *Sacrificio y secado de la cochinilla*

El secado de la materia prima recolectada, influye en la calidad del producto final (cochinilla seca y ácido carmínico), debido a que existe la posibilidad de pudrición de la misma. Existen varias maneras y técnicas para efectuar este proceso, pero el método más recomendable es la exposición al sol por tres horas y, posteriormente, bajo sombra entre 25 a 30 días en un ambiente cubierto y que tenga buena ventilación (TUKUYPAJ, 1993). El proceso de secado es fundamental en la obtención de un buen producto final, asimismo, es recomendable observar las siguientes normas para el buen desenvolvimiento del mismo:

- Temperaturas de secado relativamente bajas.
- Evitar en el secado cambios bruscos de temperatura.

\* *Clasificación de la cochinilla seca de acuerdo a la calidad*

La categorización de la cochinilla a nivel comercial se realiza en función a diferentes factores, por otro lado la materia prima que brinda el bicho, se clasifica en grados de calidad que deben cumplir con requisitos establecidos en relación a la presencia de humedad, tamaño de la cochinilla, impurezas, concentración de ácido carmínico y otros ( ITINTEC, 1997 ).

## 2.6 FACTORES AMBIENTALES ADECUADOS PARA LA PRODUCCIÓN DE COCHINILLA

### 2.6.1 FACTORES BIÓTICOS

#### a) Especie y variedad de tuna

La tuna común, por la presencia de mayor resistencia a la deshidratación y menor proliferación de espinas, favorece el cultivo de la cochinilla (Portillo, 1992). Infestaciones de cochinilla se han identificado, particularmente en el Perú, en la “tuna común” (*Opuntia ficus-indica*) y en sus diversas variedades tanto comerciales como no comerciales. Por otro lado, se han realizado esfuerzos por utilizar, infestar y colonizar al “airampo” con la cochinilla, los mismos que han sido vanos y no han logrado ni el desarrollo ni la fijación del insecto en la mencionada especie (Marín y Cisneros, 1993).

#### b) Edad y estado de la planta de tuna

La cochinilla se desarrolla mejor sobre tunas espinosas y de edad joven, viviendo como huésped de las mismas y alimentándose de la savia de sus pencas (Quispe, 1990). De otro modo Espinoza et. al. (1983), manifiesta que la cochinilla prefiere asentarse en pencas de aproximadamente un año de edad.

La capacidad potencial de producción de cochinilla de un tunal esta determinada por el número de pencas nuevas o jóvenes que presente, y no así por el total de ellas que incluya a pencas de dos, tres o más años.

Se ha comprobado que la ninfa del insecto, tiene preferencia por la edad de la penca, es así que en pencas de un año el grado de infestación es de 89.20 %, en pencas de dos años es de 10.46 % y en pencas de tres años es de 0.33 % (Marín y Cisneros, 1993).

Por otro lado, el mayor efecto en el desarrollo y en la reproducción adecuada de la cochinilla, esta dado por el estado nutricional de la planta huésped (Flores et. al., 1996).

#### c) Enemigos naturales

En investigaciones realizadas en la costa central del Perú se ha identificado como depredador de la cochinilla a *Allo grapta sp* (Syrphidae) (Marín y Cisneros, 1993). En otros estudios también se identifica a este mismo organismo en otras zonas de producción.

### 2.6.2 FACTORES ABIÓTICOS

#### a) precipitación

Por efecto de las lluvias puede existir hasta 98 % de mortalidad de los insectos, dependiendo de la intensidad de las mismas (CIDERI; 1991), es así que, las lluvias torrenciales desprenden cochinillas en cualquier estado de desarrollo; las precipitaciones fuertes lavan las plantas, arrastran a las ninfas migrantes y las cochinillas en procesos de muda antes de que estas se fijen a las pencas; las lluvias moderadas despojan a los individuos de su cobertura de cera y las exponen al ataque de sus enemigos biológicos naturales (Marín y Cisneros, 1993).

Por otro lado se manifiesta que en los meses de abundante lluvia (enero, febrero, marzo) el porcentaje de ácido carmínico disminuye (Romero, 1990).

b) Temperatura

La temperatura ambiental influye en la velocidad de desarrollo del insecto, esta relación se hace evidente durante todas y en cada una de las etapas de su ciclo biológico (Quispe, 1990). Del mismo modo, Espinoza et. al. (1983), menciona que la temperatura tiene notable influencia en el ciclo de vida de la cochinilla, siendo los rangos óptimos para su desenvolvimiento entre 16 ° a 24 ° C.

c) Humedad

Quispe (1990), manifiesta que la humedad relativa afecta la duración del ciclo biológico de la cochinilla, prolongándose cuando este factor es elevado, este efecto se demuestra en la prolongación del tiempo en las fases:

\* Ninfa II – cocón.

\* protopupa – pupa.

En estudios realizados se indica que la humedad relativa apropiada para el desarrollo de la cochinilla es de aproximadamente 85 % (Espinoza et. al., 1983).

d) Viento

El viento influye de dos maneras sobre la cochinilla; por un lado tiene efecto positivo ya que este facilita la dispersión de las ninfas migrantes hacia lugares donde no podrían llegar por sus propios medios; por otro lado tienen efecto adverso al desprender los insectos antes de que estos se fijen en la tuna (Marín y Cisneros, 1993).

Se ha observado que las ninfas migrantes prefieren fijarse en el lado de la penca que esta protegida de las corrientes de aire, asimismo, luego de la fijación, el viento puede desprender a las cochinillas en proceso de muda.

e) Altitud

La cochinilla en Bolivia ha sido infestada en diferentes pisos ecológicos, entre los 2000 a 3200 m.s.n.m., aunque varios investigadores bolivianos señalan efectos retardatorios en el crecimiento de la cochinilla sobre altitudes mayores a los 2800 m.s.n.m. En trabajos efectuados en el país vecino del Perú, existen plantaciones comerciales favorables de tuna infestadas con cochinilla en regiones ubicadas en altitudes elevadas (Arequipa), por lo que se puede afirmar que la altitud no es un factor limitante para el cultivo de la tuna y la crianza de cochinilla (DHV Consultores – PITC, 1992).

f) Luminosidad e insolación

La cochinilla prefiere superficies poco soleadas, este comportamiento es apreciable sobretodo en su estadio de ninfa migrante. Una vez que el insecto se ha fijado definitivamente, su desarrollo puede llevarse a cabo aún en condiciones de insolación directa (Marín y Cisneros, 1993).

Por otro lado, por efecto de la luminosidad e insolación fuerte, puede existir una mortalidad promedio de hasta el 20 % (CIDERI, 1991).

g) Adición de fertilizantes, fungicidas y antibióticos

Se ha observado que la fertilización química de la tuna a base de nitrógeno, potasio y fósforo aumenta la calidad y peso seco de la cochinilla (Palomino et. al., 1994), asimismo, la aplicación de antibióticos y fungicidas provoca baja capacidad de postura y alta mortalidad en las hembras de cochinilla (Flores et. al., 1996).

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación, se ha realizado en la comunidad de Huayhuasi (figura 5), ubicada en la segunda sección del cantón Mecapaca de la provincia Murillo en el departamento de La Paz. Geográficamente la población se encuentra localizada entre los 16° 19' de latitud Sur respecto de la línea del Ecuador y, 67° 22' de longitud Oeste respecto del meridiano de Greenwich.

Huayhuasi dista aproximadamente a 27.3 kilómetros de la urbe paceña, colinda con la población de El palomar, es bordeada por la afluencia del río La Paz. y se encuentra situada a una altura de aproximadamente 2820 m.s.n.m.

##### 3.1.1 CARACTERÍSTICAS CLIMATICAS

La región donde se realizó el presente estudio, manifiesta un clima templado con una temperatura promedio anual que fluctúa alrededor de los 18 °C, presentando temperaturas mínimas extremas en invierno de 1° C y máximas extremas que llegan hasta los 30 °C (Ahenke, 1997, citado por Rivera, 2003).

Por su parte, Zelada (1997), menciona que la precipitación anual promedio en la zona, varía entre los 500 mm hasta los 800 mm.

##### 3.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

La comunidad se sitúa en una ladera de suelos poco profundos y medianamente pedregosos, presentando características propias de un valle interandino. Los terrenos, de acuerdo a su fisiografía propia de laderas de colina, presentan relieves ondulados y pendientes que llegan hasta el 150 %, (Zelada, 1997). El

relieve topográfico de la región manifiesta pendientes fuertes en la parte superior de la sub.-cuenca Chusecani- Huaricana (entre 50 a 100 %) y pendientes bajas en el techo de deyección del curso del agua que la conforma (entre 2,5 a 8 %) siendo estas terrazas bajas aledañas al Río La Paz (Vargas y Hayacawa, 1997).



Figura 5. Localidad de Huayhuasi

### 3.2 MATERIALES

\* *Biológicos*

- Plantas de Tuna.
- Hembras adultas oviplanas de cochinilla viva para la infestación.

\* *De laboratorio*

- Balanza de precisión.
- Vidrio reloj.
- Cajas petri.
- Pinzas.

\* *De gabinete*

- Libreta de apuntes.
- Ficheros de campo.
- Calculadora y computadora.

*\* De trabajo de campo*

- Chontilla
- Picota.
- 1 brocha para cosechar.
- 2 bandejas de recolección.
- 36 Mallas de tul.
- Plástico negro.
- 1 Brújula.

*\* De toma de datos*

- Lupas.
- Rollos de película.
- Libreta de apuntes.
- Etiquetas y marcadores.
- Tijeras comunes.
- Estiletes.
- Lápices y bolígrafos.

## 3.2 METODOLOGIA

La secuencia seguida para desarrollar el presente trabajo de investigación se esquematiza en la figura seis, a partir de la misma se detallan las actividades, procedimientos y evaluaciones realizadas:

### 3.3.1 ELECCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Se efectuó la selección de un área de terreno marginal, que reuniera las condiciones apropiadas de acuerdo con los objetivos del presente ensayo de investigación, eligiendo al azar la superficie que iba a constituirse en parcela experimental que no tuviese uso de cultivos tradicionales económicamente

rentables, en la misma debían encontrarse dispuestas plantas de tuna que, al presente, no recibiesen cuidados especiales.

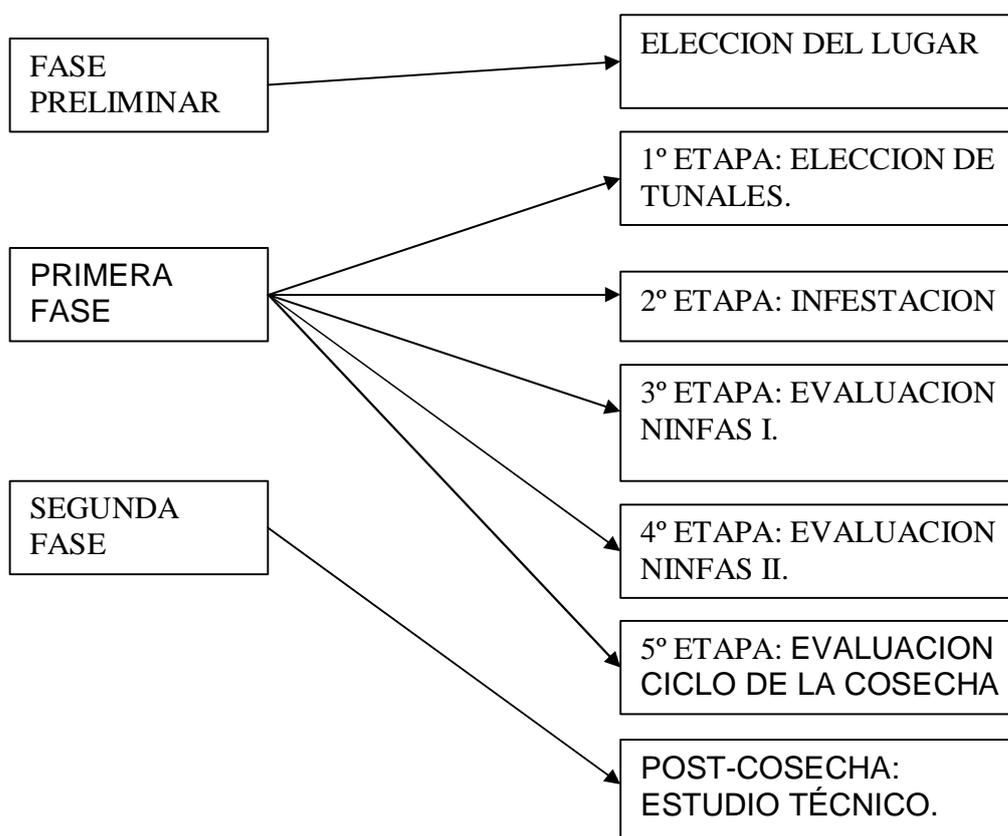


Figura 6. Flujograma: Fases de estudio del proyecto

### 3.3.2 ELECCIÓN Y HABILITACION DE UNIDADES EXPERIMENTALES

La elección y rehabilitación de las futuras áreas experimentales abarcó la siguiente secuencia de actividades:

- \* Elección de las plantas apropiadas para el trabajo.
- Eliminación de las malezas del área circundante a la planta.
- Eliminación de las pencas excesivamente necrosadas.

- Limpieza de las pencas elegidas para la infestación.
- Ubicación de los tratamientos.

### 3.3.3 PROCESO DE INFESTACION E INOCULACIÓN

Esta etapa del estudio, es la siembra y propagación de la cochinilla en las plantas de tuna; se utilizó para tal efecto inóculos de hembras de cochinilla en oviposición (inicio de postura de huevos), constituidos por insectos recogidos de zona dos horas antes de realizar la infestación, los cuales fueron reconocidos, anatómicamente, por la presencia del “ojo de hormiga”

Asimismo, para efectuar la infestación, se recurrió al método de "la bolsita de tul", para lo cual, las bolsitas fueron preparadas previamente (de dimensiones 4 x 10 cm.), para luego ser fijadas en la parte media de las pencas con ayuda de espinas de la misma, tratando de que exista un buen contacto entre la bolsa y la penca; dichas bolsas se mantuvieron adheridas por un mes para posteriormente retirarlas. La infestación abarcó tres diferentes concentraciones de inóculos de cochinilla (5, 10 y 15 insectos hembras por cada bolsita).

### 3.3.4 EVALUACIONES REALIZADAS

En el lapso del proceso de trabajo, se evaluaron, observaron y obtuvieron muestras de acuerdo a las variables de estudio, dentro del marco de los objetivos trazados y conforme al diseño establecido, determinando la variación y desarrollo de los mismos, los cuales, posteriormente, fueron analizados estadísticamente.,

a) Evaluación del porcentaje de prendimiento de los inóculos de cochinilla

Inmediatamente realizada la infestación con los inóculos de cochinilla sobre las pencas de tuna y transcurrido un mes, se determinó el porcentaje de prendimiento de los bichos sobre los mismos por cada tratamiento.

## b) Conteo del número de insectos de cochinilla/penca

La proliferación de la cochinilla, exigió un recuento de los insectos que constituyeron las colonias formadas por estos por cada tratamiento, y determinar la influencia de la orientación de las pencas, la concentración del inoculo y la interacción de los mismos sobre el desarrollo de las cochinillas. De este modo, se registraron conteos del crecimiento poblacional, empezando a los treinta días luego del proceso de infestación, realizando conteos posteriores cada quince días, cuando fue necesario y finalmente al tiempo de la cosecha del producto.

## c) Evaluación de las fases de desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla

Se realizó evaluaciones de la duración de cada fase de desarrollo, determinando el tiempo en días que requirió llegar a cada una de ellas; esta valoración se realizó cuando el número de individuos de cada tratamiento, contaba con un 70 % de insectos en la fase del ciclo biológico respectiva.

## d) Evaluación del peso fresco de cochinilla

Antes de proceder al proceso de dar muerte y secado a las cochinillas cosechadas, se realizó el pesado de la materia prima de las mismas por cada tratamiento, y evitar de esta manera la pérdida de humedad del producto; dicha evaluación se comparó, posteriormente, con el peso del producto de cochinilla cosechado sometido al proceso de secado.

## e) Evaluación del peso seco de cochinilla

Luego del proceso de secado de la cochinilla y, en laboratorio, utilizando una balanza analítica, se procedió a determinar el peso seco de la misma para, posteriormente y, mediante cálculos matemáticos, determinar el contenido de humedad de la cochinilla para el contexto de estudio del presente ensayo y

asimismo, utilizando relaciones estadísticas, determinar su correlación con el peso en fresco de la cochinilla y con las demás variables de respuesta en estudio.

### 3.3.5 COSECHA DE LA COCHINILLA

El proceso de cosecha se realizó en el tiempo donde la mayor parte de hembras oviplanas se encontraba ovipositando (inicio de la postura de los huevos), este fue determinado por la presencia visible de una diminuta esfera de color oscuro, denominada como “ojo de hormiga”. La acción fue realizada utilizando bolsas negras y brochas, recolectando las cochinillas y haciéndolas caer a un recipiente de manera cuidadosa para evitar matar y aplastar a los insectos; inmediatamente se realizó el pesado en fresco de la cochinilla y, asimismo, se determinó el número total de días al periodo de cosecha.

### 3.3.6 SACRIFICIO DE LA COCHINILLA

El sacrificio de la cochinilla tiene como propósito evitar que esta pierda peso, influyendo también en la calidad del producto final, evitando la pudrición del mismo. El método utilizado para este proceso, fue el de “exposición al sol” de la cochinilla cosechada durante tres horas continuas, en bolsas oscuras herméticamente cerradas, sofocando a las cochinillas y de esta manera dándoles muerte por asfixia. Asimismo, se colocaron los insectos recolectados en otras bolsas etiquetadas por cada tratamiento para su posterior secado.

### 3.3.7 SECADO DE LA COCHINILLA

Esta fase tiene por objeto evitar la disminución de la concentración del ácido carminico en la cochinilla, impidiendo la reducción de la calidad del producto final. El método utilizado fue la exposición directa a la radiación solar y en bolsas negras herméticamente cerradas de la cochinilla recolectada. Posteriormente, el producto

cosechado se secó en bandejas a la sombra, en ambientes bajo techo y con buena ventilación. Este proceso duró aproximadamente cuatro a cinco semanas.

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los resultados obtenidos en campo fueron interpretados estadísticamente, mediante el análisis de varianza (ANVA) del diseño experimental “bloques al azar con arreglo factorial” (Padrón, 1996). Posteriormente, si era necesario, se realizó la prueba de medias respectiva a través del método de Duncan a un nivel de significancia del 5 %; análogamente se efectuó la determinación de la influencia de efectos simples. Para realizar las tabulaciones mencionadas se utilizaron los paquetes estadísticos de MSTAT –C (Russell D.) y el de la Universidad de Nuevo León - México.

Producto de la interacción de los niveles de los factores de estudio, se presentan doce tratamientos, los cuales están dispuestos en tres bloques de repetición, de esta manera se generan 36 unidades experimentales y cada una de estas esta constituida por una planta de tuna.

#### 3.4.1 FACTORES

##### a) Factor A

El primer factor de estudio, esta dado por la elección de la orientación de las pencas de tuna en cierto sentido y con relación a la intensidad lumínica proveniente del sol.

##### b) Factor B

El segundo factor en estudio, esta dado por el número de hembras cochinillas oviplanas que conforman los inóculos y que, posteriormente, se infestaron sobre las pencas de tuna.

### 3.4.2 NIVELES DE LOS FACTORES DE ESTUDIO

#### a) Niveles del factor A

Los niveles del primer factor están dados por la elección de disposiciones de las pencas de las plantas de tuna con relación a la orientación que presentan respecto de los rayos solares. Estos son:

- a1 Orientación Este – Oeste.
- a2 Orientación Norte- Sur.
- a3 Orientación Noroeste- Sureste.
- a4 Orientación Noreste- Suroeste.

#### b) Niveles del factor B

El segundo factor, esta constituido por el número de hembras oviplanas de cochinilla que conforman cada inóculo, que fueron depositados en la superficie de las pencas de las plantas. Presenta tres niveles de estudio que son:

- b1 Cinco hembras adultas oviplanas infestadas por penca.
- b2 Diez hembras adultas oviplanas infestadas por penca.
- b3 Quince hembras adultas oviplanas infestadas por penca.

Estos niveles de infestación se eligieron de acuerdo a ensayos realizados en otros contextos (aunque estos se realizaron en ambientes semicontrolados), debido a que estos favorecen el estudio más específico e individual del desarrollo biológico de la cochinilla (ciclo de vida) y, no provocan un incremento desmedido de las colonias de insectos originados a partir de los inóculos infestados, lo cual ocasionaría la recolección de información inverosímil y de ningún modo útil para conseguir los objetivos planteados en el presente ensayo.

## 3.4.3 TRATAMIENTOS

De la combinación de los niveles en estudio de los factores A y B, surgen doce interacciones que se constituyeron en los tratamientos a evaluar, los que se distribuyeron en tres repeticiones o bloques. La descripción de los tratamientos se detalla en el cuadro 9.

*Cuadro 9. Descripción de los tratamientos.*

TRATAMIENTO	Nº	DESCRIPCIÓN
a1 b1	1	Disposición N –S, inoculación con 5 hembras adultas
a1b2	2	Disposición N – S, inoculación con 10 hembras adultas
a1b3	3	Disposición N - S, inoculación con 15 hembras adultas
a2b1	4	Disposición E – O, inoculación con 5 hembras adultas
a2b2	5	Disposición E – O, inoculación con 10 hembras adultas
a2b3	6	Disposición E – O, inoculación con 15 hembras adultas
a3b1	7	Disposición NE –SO, inoculación con 5 hembras adultas
a3b2	8	Disposición NE – SO, inoculación con 10 hembras adultas
a3b3	9	Disposición NE - SO, inoculación con 15 hembras adultas
a4b1	10	Disposición NO –SE, inoculación con 5 hembras adultas
a4b2	11	Disposición NO –SE, inoculación con 10 hembras adultas
a4b3	12	Disposición NE –SO, inoculación con 15 hembras adultas

Por otro lado se dispusieron de 36 plantas de tuna, en las cuales se eligieron pencas jóvenes que se encontraban en la parte superior de las plantas, esto con el fin de evitar que la sombra del resto de las plantas influya en alguna manera en la información que se iba a obtener. En las pencas escogidas se depositaron los inóculos de cochinilla en las concentraciones elegidas, de acuerdo a la planificación previa. La distribución de los tratamientos dentro del área experimental se observa en la sección de anexos (ver cuadro 1-A).

#### 3.4.4 MODELO LINEAL ADITIVO

El modelo estadístico de acuerdo a Padrón (1996) es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + A_j + B_k + A \times B_{jk} + EE_{ijk}$$

Donde:

- $\mu$  = Media general
- $B_i$  = Efecto del i-esimo bloque
- $A_j$  = Efecto del j-esimo factor A
- $B_k$  = Efecto del k-esimo factor B
- $A \times B_{jk}$  = Efecto de la interacción de los factores A y B
- $EE_{ijk}$  = Error experimental.

#### 3.4.5 VARIABLES DE RESPUESTA O DE ESTUDIO

Las variables en estudio del presente ensayo son las siguientes:

- Número de días a la fase de desarrollo ninfa I de la cochinilla.
- Número de días a la fase de desarrollo ninfa II de la cochinilla.
- Número de días a la fase de desarrollo hembra adulta, de la cochinilla.
- Número de días a la cosecha.
- Peso de la masa de la materia prima de cochinilla en fresco.
- Peso de la masa de la materia prima de cochinilla en seco.
- Porcentaje de prendimiento.
- Número de insectos de cochinilla/penca a la cosecha.

#### 3.5 PROCESO DE ANALISIS DE DATOS

El proceso de análisis de los datos recogidos en el área experimental se muestra en el flujograma de la figura 7, los mismos que fueron analizados a nivel estadístico, lo que comprendió el análisis de varianza de cada una de las variables

de respuesta y posteriormente, si era necesario, determinar la comparación de medias a través del método de Duncan y la comparación de efectos simples. Subsiguientemente se determinó la relación lineal entre las variables que presentaban cierta correspondencia.

Como consecuencia del análisis e inferencia de los resultados obtenidos, se llegó a determinar las conclusiones y recomendaciones respectivas del presente ensayo de investigación.

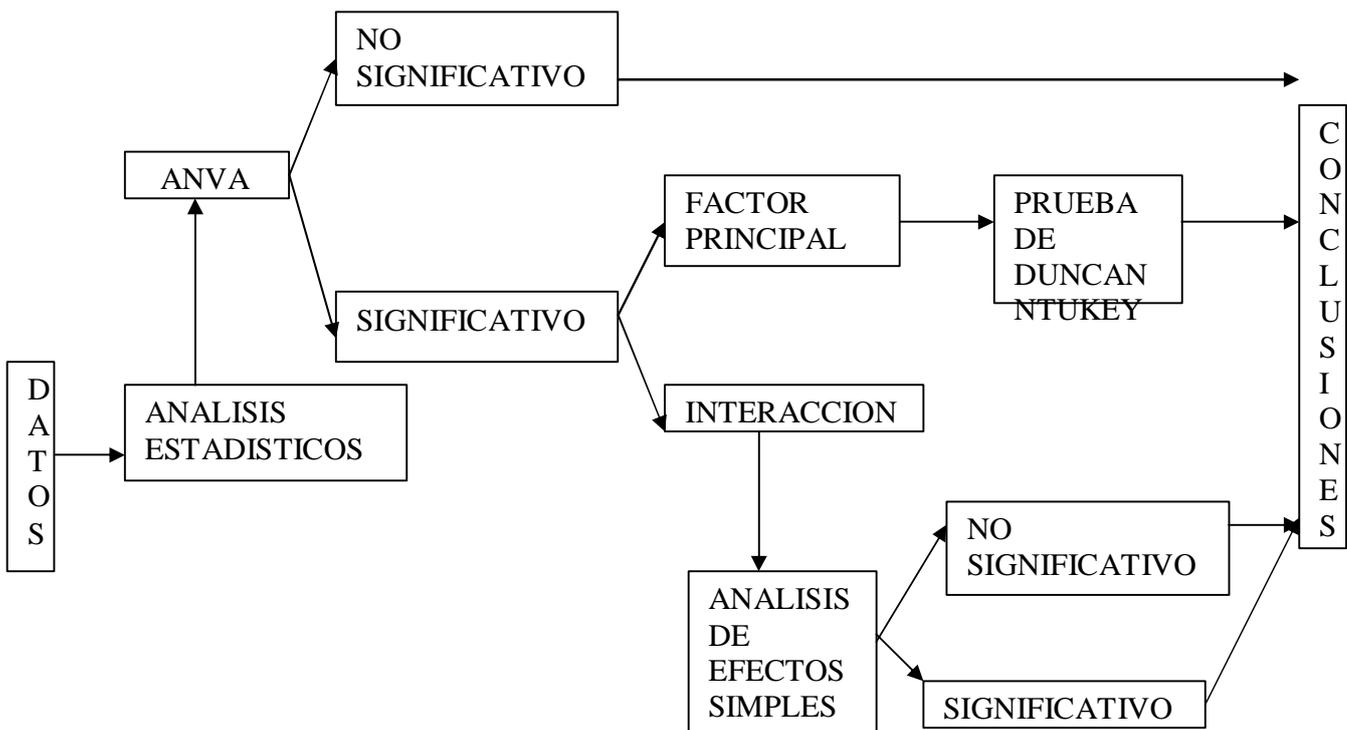


Figura 7. Flujograma: análisis de datos.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información recogida es analizada estadísticamente en el presente capítulo y con los resultados obtenidos, como consecuencia del análisis e inferencia de los mismos, se llega a corroborar y confrontar las teorías y estudios revisados con relación a la presente temática.

##### 4.1 NÚMERO DE DÍAS AL ESTADIO EVOLUTIVO NINFA I

El número de días al estadio evolutivo ninfa I, analizada estadísticamente, muestra promedios de intervalos similares a los rangos obtenidos y determinados por Marín y Cisneros (1993). En el cuadro 10 se detallan los resultados obtenidos en función a los tratamientos y factores de estudio.

*Cuadro 10. Promedios del periodo de duración a la fase de desarrollo ninfa I por tratamientos (en días/U.E.)*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Tiempo al estadio Ninfa I (Días)	Niveles	Tiempo al estadio Ninfa I (Días)
Este-Oeste	55.88	5 unid/Penca	57.25
Norte-Sur	52.88	10 unid/Penca	54.83
Noroeste-Sureste	56.33	15 unid/Penca	53.58
Noreste-Suroeste	55.77		

El análisis de varianza realizado se presenta en el cuadro 11 con los datos de la variable de respuesta por unidad experimental (a un nivel de significancia del 5 %), se puede observar que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las orientaciones de las pencas de tuna y los niveles de inóculo; asimismo existen diferencias significativas en relación a la interacción de los factores en

estudio, lo cual demuestra que ambos factores son dependientes entre sí en relación al desarrollo de la cochinilla, para llegar a su estadio de ninfa I, por lo cual es necesario efectuar el análisis para los efectos simples.

*Cuadro 11. Análisis de varianza del tiempo a la fase de desarrollo ninfa I en función a cada tratamiento (días/U.E.)*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á (0,05)
Repeticiones	2	0.38	0.191	0.0849	3.44 NS
Factor A	3	66.88	22.29	9.88	3.05 **
Factor B	2	83.39	41.69	18.49	3.44 **
Interacción	6	43.95	7.32	3.24	2.55 *
Error	22	49.60	2.25		
Total	35	244.21			

CV = 2.8 %

En la figura 8, de acuerdo a la prueba de medias realizada por Duncan y a un nivel de significancia del 5 %, se advierte similitudes entre los niveles de 3, 1 y 4 (con 56, 55 y 55 días respectivamente), presentando los tiempos mas largos al desarrollo de la ninfa I de la cochinilla; asimismo existe diferencia de los anteriores niveles de orientación de las pencas de tuna, con relación al nivel 2 (orientación Norte – Sur), ya que en las pencas orientadas de este último nivel, las cochinillas tardan menos en llegar a su estadio de ninfa I (aproximadamente 53 días), esto debido a que las pencas y los inóculos influenciados por los rayos lumínicos en este tipo de orientación, permiten que las ninfas migrantes se desenvuelvan adecuadamente, las plantas tengan un adecuado funcionamiento de su metabolismo y los insectos se fijen (prendimiento) a las pencas de tuna.

El anterior aspecto es mencionado por Quispe (1990), quién manifiesta que el desarrollo de la cochinilla (fase migrante, ninfa I), es favorecido por la luz no muy

intensa, esta relación asimismo, como menciona el mismo autor, se hace evidente en cada una las etapas de desarrollo de la cochinilla.

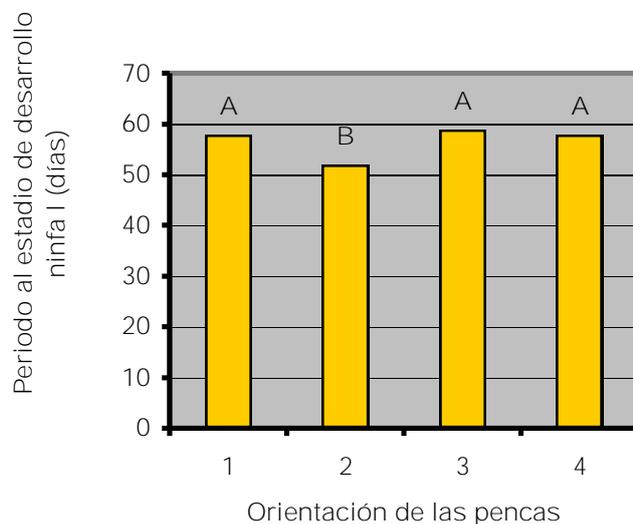


Figura 8. Prueba Duncan para evaluar el tiempo a la fase ninfia I en función a la orientación de las pencas de tuna.

Con relación a los niveles de inóculo de cochinilla, la prueba de comparación de medias por el método de Duncan (al 5%), advierte una similitud a nivel estadístico de los niveles 3 y 2 (53 y 52 días de prolongación al estadio de desarrollo ninfia I), asimismo los niveles 2 y 1 (57 días de intervalo) también presentan una semejanza parecida, por consecuencia el nivel de inóculo 3 no presenta una similitud estadística con relación al nivel 1. Por lo tanto el nivel de inóculo 2 (10 cochinillas/penca), es el mas favorable para disminuir el intervalo de tiempo al desarrollo de la ninfia II (figura 9).

Los anteriores resultados, como menciona Portillo (1992), se deben a que la infestación óptima con un nivel adecuado de inóculo para los cladodios de *Opuntia ficus-indica*. con grana de cochinilla, deben tomar en cuenta un nivel o concentración del mismo de acuerdo a las características del medio geográfico donde se trabaje y de los factores medioambientales que presente el mismo,

aspectos que influirán en la disminución o prolongación del ciclo biológico del insecto como de cada una de sus etapas de desarrollo.

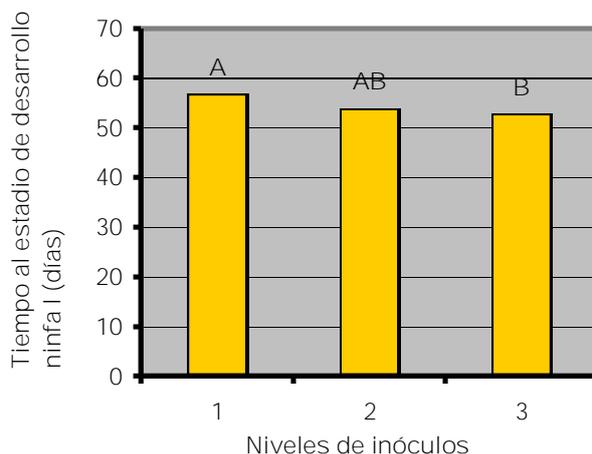


Figura 9. Prueba de Duncan para evaluar el tiempo a la fase ninfa I en función al nivel de inóculo

Los resultados obtenidos a partir de la prueba de Duncan para un nivel de 5 % corroboran los resultados determinados por Sánchez (1995), el que asevera que, la densidad o número de hembras apropiadas para inocular e infestar, promoviendo de este modo un aceptable desarrollo en el metabolismo de la cochinilla y la aceleración de su ciclo biológico, y de este modo reducir el tiempo de duración del mismo, es el constituido por 10 o más insectos en cada penca de tuna.

Asimismo, la interacción de los factores en estudio, habiendo manifestado la existencia de diferencias significativas, involucra el análisis de los efectos simples que se muestra en los cuadros 12 y 13.

Cuadro 12. Efectos simples: orientación de pencas x niveles de inóculo.

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	177	167	163	507
a2	167	155	156	478
a3	168	171	168	507
a4	176	168	176	520
x.j.	688	661	663	2012

Cuadro 13. Análisis de varianza de efectos simples para el tiempo a la fase de desarrollo ninfa I.

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á(0,05)
A(b1)	3	27.33	9.11	4.04	3.05 *
A(b2)	3	49.58	16.52	7.34	3.05 **
A(b3)	3	70.91	23.63	10.50	3.05 **
B(a1)	2	34.66	17.33	7.7	3.44 **
B(a2)	2	29.55	14.77	6.56	3.44 **
B(a3)	2	2	1	0.44	3.44 NS
B(a4)	2	14.22	7.11	3.16	3.44NS
Error	22	27.33,	2.25		

CV = 8.2 %

Los resultados presentados en el cuadro 12, manifiestan que, la interacción de menor prolongación del lapso de tiempo a la fase de desarrollo ninfa I, esta dada por la combinación a2b2 (orientación Norte – Sur de las pencas con inóculos de 10 cochinillas/penca), en este tratamiento el tiempo de prolongación a la fase de

desarrollo ninfa I es de 52 días. Para confirmar las anteriores afirmaciones, se realiza el análisis de varianza de efectos simples que se presenta en el cuadro 13.

El análisis de varianza efectuado a un nivel de significancia de 5 %, muestra que existen diferencias significativas entre los diferentes niveles de orientación de las pencas de tuna, en combinación con inóculos constituidos por 5 cochinillas. Asimismo para cualquier nivel de inóculo infestado en combinación con pencas orientadas en niveles 1, 2, como también la interacción entre cualquier orientación de pencas con inóculos de 15 insectos, muestran diferencias altamente significativas; por el contrario la combinación de cualquier nivel de inóculo con pencas orientadas en direcciones Noreste – Suroeste y Noroeste – Sureste, no presentan diferencias significativas.

Los anteriores resultados han sido graficados, para tener un mejor entendimiento, a partir del cuadro de promedios de los efectos simples para el tiempo de prolongación al desarrollo de la fase ninfa I de la cochinilla (figura 10).

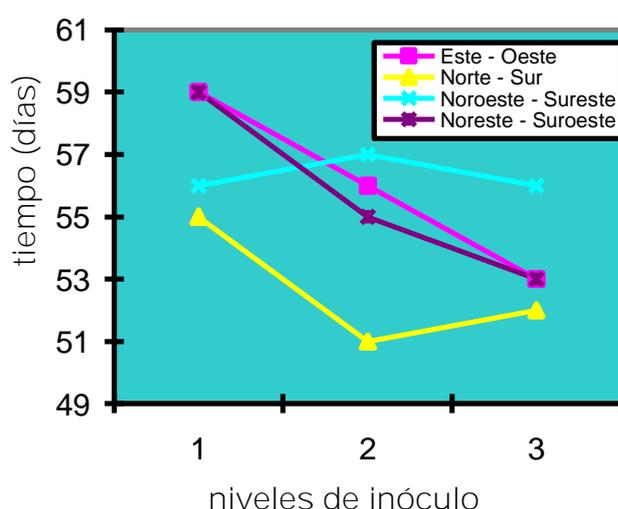


Figura 10. Interacción orientación de pencas de tuna x nivel de inóculo (estadio de desarrollo ninfa I).

En el esquema se observa que, para todos los niveles de inóculo (5, 10 y 15 cochinillas hembras inoculadas), la orientación más aceptable, para disminuir el tiempo a la fase de desarrollo ninfa I, es en dirección Norte - Sur (nivel 2), por otro lado la orientación de las pencas en sentido Noroeste – Sureste no es recomendable para reducir el tiempo de desarrollo a la fase ninfa I, a menos que se utilice un nivel de inóculo para infestar constituido por cinco cochinillas. Los resultados obtenidos muestran que, las diferencias entre los tratamientos de estudio no son grandes, variando a lo mucho en algunos días entre los mismos.

#### 4.2 NÚMERO DE DÍAS AL ESTADIO EVOLUTIVO NINFA II

Los promedios obtenidos de la evaluación y seguimiento realizado del ciclo biológico, como de las fases de desarrollo más apreciables que presenta la cochinilla, en relación al estadio evolutivo ninfa II, se detallan en el cuadro 14, en relación al tiempo de desarrollo al mencionado estadio en número de días por unidad experimental, en función a los tratamientos y factores de estudio.

*Cuadro 14. Promedios del tiempo de duración a la fase de desarrollo ninfa II en función a cada tratamiento (días/U.E.)*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Tiempo al estadio Ninfa II (Días)	Niveles	Tiempo al estadio Ninfa II (Días)
Este-Oeste	27.22	5 unid/Penca	27
Norte-Sur	30.55	10 unid/Penca	28.75
Noroeste-Sureste	28	15 unid/Penca	29.83
Noreste-Suroeste	28.33		

Los resultados que se presentan, manifiestan un lapso de tiempo favorable al desarrollo del estadio evolutivo ninfa II de la cochinilla, que se relacionan con los

parámetros estimados por Marín y Cisneros (1993), para el factor orientación de pencas de tuna, como para los niveles de infestación. Es de observar que, los datos señalados se han tomado en el tiempo en el que la cochinilla, se ha asentado en un lugar de la penca de modo definitivo a través de su aparato bucal y no tiene ningún tipo de movimiento, por lo cual los factores externos afectaran de modo determinante el desarrollo del insecto. Tomando en cuenta lo anterior, se establecen las conclusiones mas apropiadas para inferir las posibles causas de los resultados obtenidos.

Las diferencias que presenta el cuadro 14 (que muestra promedios, en días, del tiempo a la fase ninfa II por factores de estudio), aparentemente no son grandes, como se ha determinado en el anterior estadio (los días de diferencia entre los niveles de estudio no son muy amplios), por lo cual para aseverar esta opinión se realiza el análisis de varianza respectivo.

*Cuadro 15. Análisis de varianza del tiempo a la fase de desarrollo ninfa II en función a cada tratamiento (días/U.E.)*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á (0,05)
Repeticiones	2	9.72	4.86	1.99	3.44 NS
Factor A	3	55.19	18.39	7.55	3.05**
Factor B	2	49.05	24.52	10.06	3.44 **
Interacción	6	75.39	12.56	5.15	2.55 **
Error	22	53.60	2.43		
Total	35	242.97			

CV = 5.5 %

En el análisis de varianza efectuado a un nivel de significancia del 5 % (cuadro 15), se advierten diferencias altamente significativas en la orientación de las pencas de tuna, los niveles de inóculo y en la interacción de los mismos; por lo que se puede manifestar, como en el anterior caso, que ambos factores de estudio

están relacionados y son dependientes con relación al tiempo de desarrollo a la fase ninfa II del insecto. Asimismo, las diferencias entre repeticiones no son significativas a nivel estadístico.

Por lo tanto, se puede manifestar que, en este caso como en el anterior, la luz influiría en el desenvolvimiento del binomio tuna – cochinilla: en el hospedero (tuna) en su actividad metabólica y en la cochinilla porqué, las insolaciones fuertes son desfavorables en la evolución del metabolismo del insecto.

Al existir diferencias estadísticas altamente significativas, en el factor orientación de las pencas de tuna, se hace necesario determinar entre que niveles existen diferencias a través de la prueba de medias por Duncan (figura 11), en la cual se determinará la influencia del sentido de orientación que se le dan a las pencas, en la reducción del lapso de tiempo que transcurre al desarrollo del estadio ninfa II de la cochinilla.

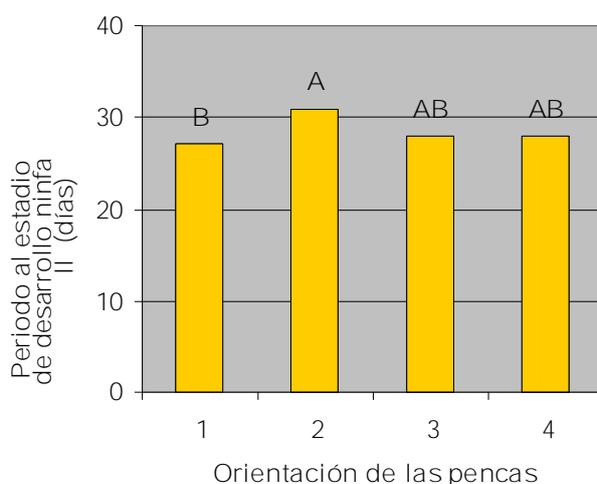


Figura 11. Prueba de Duncan para evaluar el tiempo a la fase ninfa II en función a la orientación de las pencas.

La prueba de comparación de medias realizada a un nivel del 5 %, muestra semejanzas estadísticas entre los niveles de orientación de las pencas de tuna 2, 3 y 4, asimismo los niveles de orientación 3 y 4 son similares con relación a la

orientación 1, asimismo esta categoría difiere del nivel 2. Por lo tanto, el nivel 1 (orientación de las pencas de tuna en sentido Este – Oeste) resulta ser el más favorable para acelerar el desarrollo biológico en el estadio ninfa II de la cochinilla. Los resultados obtenidos anteriormente, se pueden explicar a partir de que, conociendo de que al final del anterior estadio de ninfa I la cochinilla se fija de modo permanente a la penca y por lo tanto los factores de su entorno influyen en su metabolismo, estando sujeto así a los cambios externos que promoverán su desarrollo fisiológico y morfológico, las cochinillas reducirán o no su ciclo biológico en cada una de sus fases o estadios de desarrollo.

Asimismo, se realizó la evaluación del intervalo de tiempo transcurrido a la fase de desarrollo ninfa II en función a los inóculos infestados, esta se realizó a partir de la prueba de medias por el método de Duncan, la que se presenta esquematizada en la figura 12.

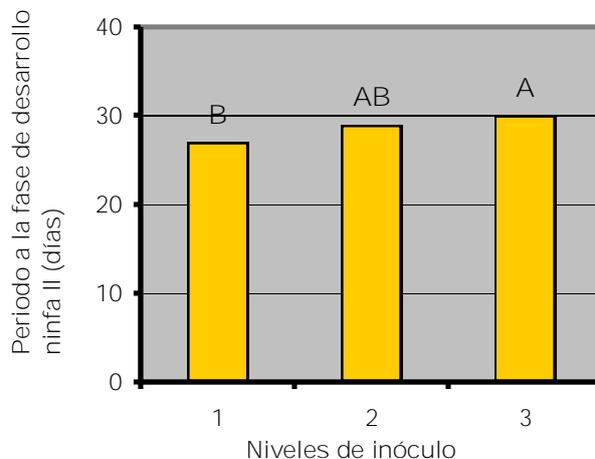


Figura 12. Prueba de Duncan para evaluar el tiempo a la fase ninfa II en función a los niveles de infestación.

El lapso de tiempo que transcurre al estadio de desarrollo ninfa II en relación al nivel de inóculo, presenta una clara similitud estadística entre los grados de infestación 2 y 3 (10 y 15 cochinillas /penca), como también entre los niveles 2 y 1, pero no se halla similitud estadística, entre los niveles 3 y 1 de insectos infestados

y esta última a su vez (nivel 1, constituido por 5 cochinillas), es más favorable para la aceleración del desarrollo metabólico del insecto en su estadio o fase de ninfa II. La anterior conclusión, se puede explicar manifestando que la cochinilla en esta fase se encuentra fijada en la penca alimentándose de la savia de esta, y siendo el nivel 1 de infestación (5 cochinillas/penca) reducido, los insectos asentados en las pencas de tuna se desarrollan mucho mejor que otros que se presenten en mayor densidad de inóculo. Aunque este nivel de infestación podría no ser muy recomendable debido a otros factores.

Al existir, en la interacción de los factores, diferencias altamente significativas se realiza el análisis de efectos simples para determinar donde se originan las variaciones y dependencias que existe entre los niveles de cada factor en estudio.

*Cuadro 16. Efectos simples (orientación de cladodios de tuna x niveles de inóculo) del tiempo a la fase ninfa II.*

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	75	86	89	250
a2	83	96	96	275
a3	89	77	85	251
a4	80	85	92	257
x.j.	327	344	362	1025.4

En el cuadro 16 se presentan los efectos simples del tiempo que transcurre a la fase de desarrollo ninfa II, combinando los factores de estudio. Se observa que la mejor interacción con presencia de menor lapso de tiempo es a1b1 (orientación Este – Oeste y nivel de inóculo 5 cochinillas hembras) con 25 días, este resultado manifiesta que las caras de las pencas de las tunas, en esta interacción, reciben luz de modo favorable en el transcurso del día, favoreciendo así el desenvolvimiento metabólico del insecto (Flores et. al., 1996).

Cuadro 17. Análisis de varianza para efectos simples (estadio ninfa II).

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á(0,05)
A(b1)	3	34.25	11.41	4.69	3.05 *
A(b2)	3	60.66	20.22	8.32	3.05 **
A(b3)	3	21.66	7.22	2.97	3.05 NS
B(a1)	2	36.22	18.11	7.45	3.44 *
B(a2)	2	37.55	18.77	7.72	3.44 **
B(a3)	2	24.88	12.44	5.11	3.44 *
B(a4)	2	24.22	12.11	4.98	3.44 *
Error	22	53.60	2.43		

CV = 5.5 %

El análisis de varianza que se presenta en el cuadro 17, muestra las combinaciones existentes entre los factores de estudio y sus diferencias estadísticas (excepto la interacción Ab3).

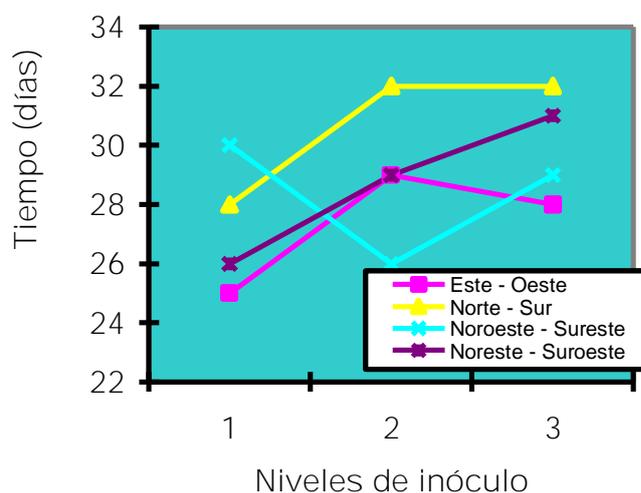


Figura 13. Interacción orientación de pencas de tuna x nivel de inóculo (estadio de desarrollo ninfa II).

Para tener una mejor comprensión de los resultados anteriores se esquematizan los mismos en la figura 13. En la gráfica se observa que, para el nivel de inóculo 1 (5 cochinillas), la mejor interacción se presenta en pencas orientadas en sentido Este – Oeste (25 días aproximadamente), esto posiblemente debido a que en este sentido las cochinillas son favorecidas en su actividad parasitante; asimismo los insectos, al hallarse en una densidad de inóculo, como en este caso, encontrarían una situación óptima para desarrollarse. La intensidad lumínica, por su parte, que se presenta en esta fase para la orientación Este – Oeste, no afecta el desarrollo de la cochinilla sino que, conjuntamente con la temperatura, influye en la reducción del tiempo de duración de su ciclo biológico (Espinoza et. al., 1983).

Asimismo, con relación a los demás niveles de inóculo, la orientación más favorable de las pencas de tuna, para el nivel 2 (10 cochinillas) es en sentido Noroeste – Sureste (alrededor de 25 días), en tanto que la orientación mas recomendable para los inóculos en el nivel 3 (15 cochinilla) es en sentido Este – Oeste (alrededor de los 28 días).

#### 4.3 NÚMERO DE DÍAS AL ESTADIO HEMBRA ADULTA

Los promedios, del tiempo transcurrido al desarrollo de la fase hembra adulta de la cochinilla se presentan en el cuadro 18.

*Cuadro 18. Promedios del tiempo a la fase hembra adulta por tratamiento*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Tiempo al estadio hembra adulta (Días)	Niveles	Tiempo al estadio hembra adulta (Días)
Este-Oeste	34.88	5 unid/Penca	34.75
Norte-Sur	36.22	10 unid/Penca	35.25
Noroeste-Sureste	35	15 unid/Penca	35.66
Noreste-Suroeste	34.77		

Los resultados presentados en el cuadro anterior, se sometieron al análisis de varianza que se presenta en el cuadro 19, en el mismo se observa que no existen diferencias significativas al 5 %, entre repeticiones, orientaciones de pencas y niveles de inóculo infestados. Por otra parte, la interacción presenta diferencias significativas a nivel estadístico, por lo que ambos factores son dependientes en relación al lapso de tiempo de prolongación al desarrollo de la fase hembra adulta, por lo que es necesario realizar el análisis para efectos simples.

*Cuadro 19. Análisis de varianza del tiempo a la fase Hembra adulta en función a cada tratamiento (días/U.E.).*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á (0,05)
Repeticiones	2	2.72	1.36	0.45	3.44 NS
Factor A	3	12.22	4.07	1.35	3.05 NS
Factor B	2	5.05	2.52	0.84	3.44 NS
Interacción	6	48.27	8.04	2.68	2.55 *
Error	22	65.94	2.99		
Total	35	134.22			

CV = 5.1 %

Los resultados obtenidos confirman los estudios realizados por Marín y Cisneros (1993) acerca del desarrollo evolutivo de la cochinilla, los que manifiestan que cuando el insecto se ha fijado definitivamente en los tejidos de las pencas, su desarrollo puede llevarse normalmente en diferentes grados de insolación, a menos que estos sobrepasen los límites que requiere la cochinilla lo cual en su caso provocaría alta mortalidad en los insectos.

Por todo lo anterior, se puede aseverar que los inóculos de cochinilla y los insectos generados a partir de los mismos, fueron indiferentes a la influencia de los rayos solares, por lo cual el mencionado factor por si solo no fue significativo para la reducción del tiempo al desarrollo de la fase hembra adulta; lo mismo se puede afirmar con relación al factor niveles de inoculación.

La interacción de la densidad de insectos infestados sobre las pencas en interacción con la cantidad de luz que reciban las pencas, de acuerdo a la orientación que adopten, para desarrollar los metabolitos que requieran los insectos, influirán en el progreso de los mismos, de su metabolismo y en la reducción del tiempo de prolongación de su ciclo biológico, corroborando los estudios teóricos previamente mencionados (Espinoza et. al., 1983).

En el cuadro 20 se presenta el análisis de efectos simples, para determinar la relación y dependencia existente entre los factores de estudio

*Cuadro 20. Efectos simples: orientación de pencas de tuna y niveles de inóculo (tiempo a la fase hembra adulta).*

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	97	104	105	306
a2	103	111	111	325
a3	108	105	102	315
a4	107	103	105	315
x.j.	415	423	423	1261

El cuadro anterior, presenta los tiempos a la fase de desarrollo hembra adulta, en relación a las interacciones obtenidas producto de la combinación de los distintos niveles de los factores de estudio, en el mismo se observa que el menor tiempo de se presenta en la interacción a1b1 (dirección Este – Oeste con inóculo constituido por cinco cochinillas), con 49 días de prolongación al desarrollo de la fase hembra adulta.

Asimismo, en el cuadro 21 se presenta el análisis de varianza efectuado, para los efectos simples; en el mismo se advierte que no existen diferencias que se presentan de modo significativo en ninguna de las combinaciones de los niveles de los factores de estudio.

Cuadro 21. Análisis de varianza para efectos simples del tiempo a la fase evolutiva hembra adulta.

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft á (0,05)
A(b1)	3	24.91	8.3	2.77	3.05 NS
A(b2)	3	12.91	4.3	1.43	3.05 NS
A(b3)	3	14.25	4.75	1.58	3.05 NS
B(a1)	2	12.66	6.33	2.11	3.44 NS
B(a2)	2	14.22	7.11	2.37	3.44 NS
B(a3)	2	6	3	1.00	3.44 NS
B(a4)	2	2.66	1.33	0,44	3.44 NS
Error	22	65.94	2.99		

CV = 4.1 %

Las interpretaciones previas, son graficadas para tener una idea mas clara del comportamiento que adoptan los diferentes niveles de estudio de cada factor (ver figura 14).

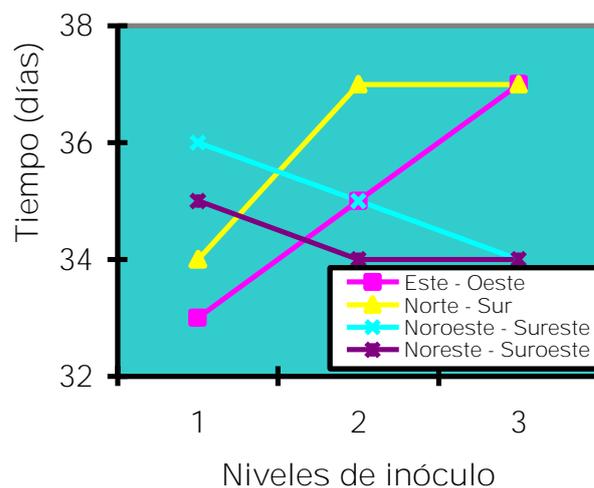


Figura 14. Interacción orientación de pencas de tuna x nivel de inóculo (fase hembra adulta).

En el gráfico se muestran las interacciones entre los niveles de estudio de cada factor, en el se observa que el nivel de inóculo 1(5 cochinillas), presenta el menor tiempo de prolongación a la fase hembra adulta, en interacción con la orientación de las pencas en dirección Este – Oeste (alrededor de los 33 días); por el contrario la dirección de las pencas en sentido Noroeste – Sureste, es menos eficiente para la reducción del tiempo que transcurre a la fase hembra adulta, para la misma densidad de infestación (36 días). En los restantes niveles de inoculación (10 y 15 hembras infestadas), la orientación más apropiada de las pencas para la aceleración del ciclo biológico de la cochinilla se encuentra situada en dirección Noreste – Suroeste (alrededor de los 34 días en ambos casos).

Finalmente, se advierte que, la diferencia numérica en días entre los tratamientos de estudio, que surgen de las combinaciones de los niveles de cada factor, es pequeña, como muestra el análisis de varianza realizado previamente y no son de ningún modo diferentes de modo relevante a nivel estadístico.

#### 4.4 NÚMERO DE DÍAS A LA COSECHA DE LA COCHINILLA

Los promedios del tiempo (en número de días) que duró el ciclo biológico de la cochinilla al tiempo de la cosecha, se presentan en el cuadro 22; los resultados anteriores muestran que las diferencias entre los niveles de cada factor de análisis no son grandes, es decir no se presentan grandes diferencias numéricas. Los datos obtenidos se someten al análisis de varianza respectivo.

De otro modo, conviene aclarar que la información numérica expresada en el mencionado cuadro, es resultado de la suma del lapso de tiempo transcurrido de los estadios de desarrollo en estudio, que presenta la cochinilla (ninfa I, ninfa II y hembra adulta).

*Cuadro 22. Promedios del tiempo a la cosecha de cochinilla en función a cada tratamiento (días/U.E.)*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Tiempo a la cosecha (Días)	Niveles	Tiempo a la cosecha (Días)
Este-Oeste	118,000	5 unid/Penca	119,083
Norte-Sur	119,777	10 unid/Penca	118,833
Noroeste-Sureste	119,333	15 unid/Penca	119,0833
Noreste-Suroeste	118,888		

Conviene recordar que el tiempo a la cosecha se determina de acuerdo a la etapa de oviposición que presenta la cochinilla hembra, como manifiesta el Servicio Nacional de Agricultura y Ganadería (S.N.A.G., 2000). Asimismo, la recolección de la cochinilla se efectuó cuando la cochinilla había cumplido su total desarrollo (etapa de hembra adulta), cuando la mayor parte de los insectos comenzó a ovipositar. Sánchez (1995)

Se puede manifestar que los resultados obtenidos, son producto de que en el proceso de desarrollo biológico de la cochinilla (salvo en la fase evolutiva ninfa I donde los insectos en un primer momento pueden trasladarse de un lugar a otro y aún no están fijos en un lugar determinado de las pencas de las tunas), la intervención de los factores circundantes sobre el metabolismo del insecto, influenciaran en el funcionamiento del mismo, como también en la reducción del tiempo de prolongación de su ciclo biológico; los resultados obtenidos por lo tanto concuerdan, en cierta manera, con las teorías de Espinoza et. al. (1983).

El intervalo de tiempo al desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla (cosecha), se analizó de acuerdo al análisis de varianza a un nivel de significancia del 5 % (ver cuadro 23) con los datos obtenidos por unidad experimental. En aquel se puede observar la presencia de una diferencia significativa a nivel de la interacción de los

factores de estudio; asimismo, entre repeticiones, entre niveles de orientación de las pencas de tuna y entre niveles de inoculación, estadísticamente no presentan diferencias significativas.

*Cuadro 23. Análisis de varianza del tiempo a la cosecha de cochinilla en función a los tratamientos (días/ UE).*

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft á (0,05)
Repeticiones	2	12,156	6,0781	3,098	3.44 NS
Factor A	3	15,562	5,187	2,644	3.05 NS
Factor B	2	0,500	0,250	0,127	3.44 NS
Interacción	6	54,625	9,104	4,641	2.55 *
Error	22	43,156	1,961		
Total	35	126,000			

CV = 1.2 %

Al existir diferencias estadísticas en la interacción de los factores de estudio, se efectúa el análisis de efectos simples, de este modo, en el cuadro 24 se puede observar que de entre las diferentes combinaciones, la conjunción a1b1 (orientación de las pencas en dirección Este – Oeste con inóculos constituidas por 5 cochinillas) presenta un promedio de prolongación de tiempo mucho menor del ciclo biológico de la cochinilla al tiempo de la cosecha (116 días).

*Cuadro 24. Análisis de efectos simples del tiempo a la cosecha de la cochinilla.*

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	350	357	355	1062
a2	354	361	363	1078
a3	365	353	356	1074
a4	360	353	355	1068
x.j.	1429	1424	1429	4282

Para comprobar los criterios previos, se realiza el análisis de varianza de efectos simples (ver cuadro 25) a un nivel de significancia del 5 %, en el mismo se advierte que existen diferencias altamente significativas entre orientaciones de las pencas para un nivel de inoculación con 5 cochinillas, igualmente sucede en los diferentes niveles de inoculación en pencas orientadas en sentido Noroeste – Sureste. En la conjunción Ba2 existen diferencias significativas entre los niveles de inóculos infestados en pencas orientadas en sentido Norte – Sur. Por otro lado no existen diferencias significativas en el tiempo transcurrido a la cosecha, en las pencas orientadas en cualquier sentido e infestada con inóculos constituidos por 10 o 15 cochinillas hembras.

*Cuadro 25. Análisis de varianza de efectos simples del tiempo a la cosecha de cochinilla.*

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft á (0,05)
A(b1)	3	43.57	14.52	7.40	3.05 **
A(b2)	3	14.66	4.88	2.48	3.05 NS
A(b3)	3	14.91	4.97	2.53	3.05 NS
B(a1)	2	8.66	4.33	2.2	3.44 NS
B(a2)	2	14.88	7.44	3.79	3.44 *
B(a3)	2	26	13	6.63	3.44 **
B(a4)	2	8.66	4.33	2.2	3.44 NS
Error	22	43,156	1,961		

CV = 1.2 %

Se puede manifestar que, las mejores disposiciones de las pencas de tuna para reducir el tiempo a la cosecha de la cochinilla, son en sentidos Noroeste – Sureste y Norte – Sur; la anterior conclusión se apoya en que, como manifiesta Espinoza et. al. (s.f.), la luz favorece el desarrollo del hospedero (tuna) en el funcionamiento de su metabolismo y en su vigor, contribuyendo así a la formación

de metabolitos, de los cuales las cochinillas se alimentan y de este modo logran un adecuado desarrollo, reduciendo incluso su ciclo biológico (Quispe, 1990).

De otro modo, se puede manifestar que, la mejor densidad de inoculación es la constituida por 5 cochinillas. Este resultado y la eficiencia del mismo, pueden ser un tanto relativos, debido a que en niveles reducidos de infestación, los factores medioambientales reinantes si no son propicios para el desarrollo de los insectos, generaran una alta mortalidad de los mismos (Marín y Cisneros, 1993). Para aclarar los anteriores resultados se esquematizan los mismos (figura 15).

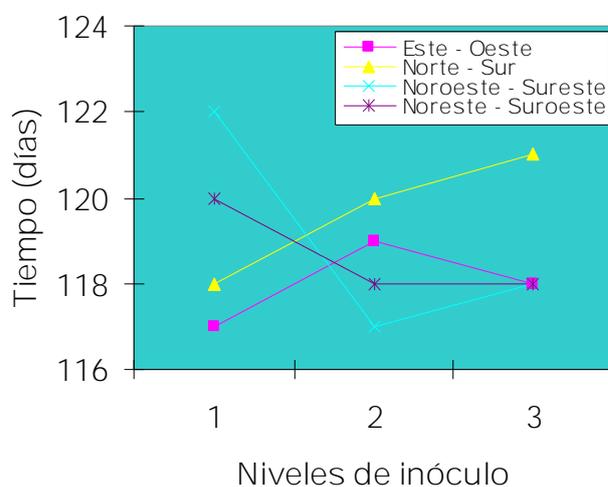


Figura 15. Interacción orientación de pencas de tuna x nivel de inóculo (tiempo a la cosecha de la cochinilla).

En el esquema anterior, se puede advertir que la mejor disposición de las pencas para infestaciones con 5 cochinillas, está en sentido Este – Oeste (117 días aproximadamente); para 10 insectos infestados el mejor nivel de disposición de las pencas es en sentido Noroeste – Sureste (117 días aproximadamente) y por último para un nivel de 15 cochinillas inoculadas la orientación menos apropiada para reducir el tiempo al desarrollo de la cochinilla es en sentido Norte – Sur, siendo cualquiera de las restantes disposiciones de las pencas mas convenientes para este nivel de infestación (121 días).

Como conclusión se puede manifestar que, el tiempo de desarrollo del ciclo biológico y por lo tanto de cosecha de la cochinilla para la localidad de Huayhuasi, fluctúa alrededor de los 116 a 119 días (tiempo en que la mayor parte de las hembras de cochinillas se encuentran en estado de oviposición), dichos resultados se enmarcan en los estudios realizados por Marín y Cisneros (1993).

#### 4.5 PESO FRESCO DE LA COCHINILLA

Los promedios determinados acerca del peso en fresco se presentan en el cuadro 26, en miligramos por unidad experimental, en función a la disposición de las pencas de tuna y los niveles de infestación objeto de la presente investigación.

*Cuadro 26. Promedios del peso en fresco de la cochinilla por cada tratamiento (en mg /U.E.)*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Peso fresco (mg)	Niveles	Peso fresco (mg)
Este-Oeste	64,533	5 unid/Penca	60,741
Norte-Sur	117,955	10 unid/Penca	113,924
Noroeste-Sureste	59,377	15 unid/Penca	81,275
Noreste-Suroeste	99,388		

Los resultados señalados anteriormente, se analizan de acuerdo al análisis de varianza correspondiente para un nivel de significancia del 5 %, el mismo se presenta en el cuadro 27, por unidades experimentales; en la mencionada tabla se puede observar que no existen diferencias significativas entre bloques, pero sí se presentan diferencias altamente significativas entre las diferentes disposiciones de las pencas, los niveles de infestación y entre la interacción de ambos factores de estudio.

*Cuadro 27. Análisis de varianza del peso en fresco de la cochinilla por tratamientos (mg/ U.E.)*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á(0,05)
Repeticiones	2	408,687	204,343	0,7726	3.44 NS
Factor A	3	21312,843	7104,281	26,859	3.05 **
Factor B	2	17264,406	8632,203	32,636	3.44 **
Interacción	6	17677,968	2946,328	11,139	2.55 **
Error	22	5818,906	264,495		
Total	35	62482,812			

CV = 19.06 %

Por consecuencia de los resultados obtenidos, es necesario determinar entre que niveles de orientación de las pencas y en que grados de inóculo existen diferencias, mediante la prueba de comparación de medias por el método de Duncan, asimismo se debe efectuar el análisis para efectos simples de la interacción de los factores, del peso en fresco de la cochinilla.

Los resultados obtenidos, efectuando el análisis de varianza del peso en fresco de la cochinilla, nos permiten manifestar que la luz juega un papel importante ya que favorece el desenvolvimiento de las actividades metabólicas de las plantas de tuna (vigor en las pencas), sobretodo en las que están expuestas de modo favorable a la influencia de los rayos solares, las que tienden a presentar savia elaborada y otros metabolitos, los cuales son aprovechados por las cochinillas, presentándose por lo tanto estas más vigorosas y con mayor peso en fresco, como menciona Quispe (1990),

En relación a la densidad de inóculo, esta influye según sea el caso, favoreciendo o no el desarrollo y sobrevivencia de las cochinillas, ya que en tanto exista un mayor número de insectos por penca (inóculo), esto compensará los niveles de mortalidad que se presente en los inóculos y en las colonias que se desarrollen a

partir de los mismo (Portillo, 1992). Las diferencias estadísticas presentadas, son sometidas a su análisis mediante la prueba de medias por el método de Duncan a un nivel de significancia del 5 %.

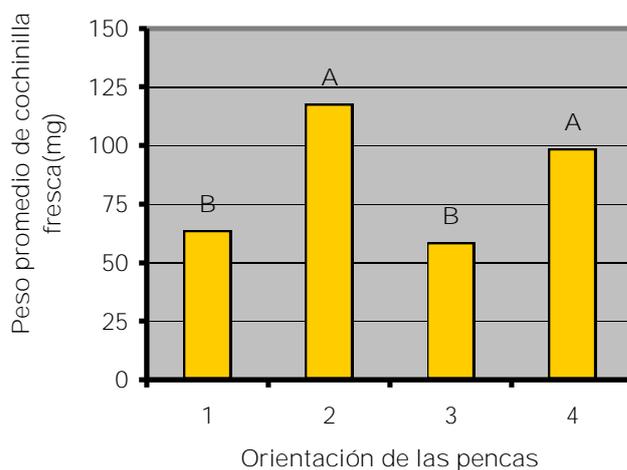


Figura 16. Prueba Duncan para evaluar el peso en fresco de la cochinilla en función a la orientación de las pencas de tuna.

En la figura 16, se observa que existen diferencias estadísticas, entre las disposiciones que adquieren las pencas de tuna con relación al peso de cochinilla fresca, entre los niveles 1 y 3 (orientación en sentido Este - Oeste, Noroeste – Sureste) que presentan 64 y 60 mg/penca de cochinilla respectivamente, con relación a las orientaciones 2 y 4 (Norte – Sur y Noreste – Suroeste) que presentan 117 y 99 mg/penca respectivamente. Estas últimas favorecerían el desarrollo en peso fresco de las cochinillas.

Los resultados obtenidos, concuerdan con los conceptos vertidos por Espinoza et. al. (1983), quién asevera que, la influencia de la luz favorece el desarrollo de la planta de tuna de modo directo y consecuentemente permite un proceso evolutivo favorable en la cochinilla de modo indirecto. Se puede manifestar, por lo tanto, que las orientaciones más apropiadas de las pencas de tuna, para favorecer el

incremento del peso en fresco de la cochinilla, resultan ser las ubicadas en sentidos Norte – Sur y Noreste – Suroeste.

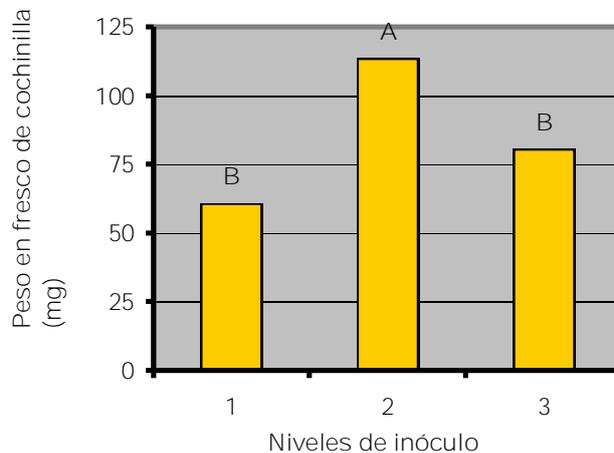


Figura 17. Prueba Duncan para evaluar el peso en fresco de la cochinilla, en función a los niveles de inóculo.

La figura 17, presenta el análisis de comparación de medias por Duncan (al 5 %), de los niveles de inóculo con relación al peso promedio de cochinilla fresca; en el mismo se advierte una clara diferencia estadística a favor del nivel de inóculo 2 (10 cochinillas infestadas) con 113 mg/penca de peso en fresco, con relación a los niveles 3 y 1 (15 y 5 cochinillas infestadas) que presentan 81 y 60 mg /penca de de peso en fresco de insectos cosechados. Estos resultados se ajustan a los resultados obtenidos por Portillo (1992) e indicados en su tratado “Infestación óptima de cladodios de Nopal *Opuntia ficus – indica* L. Mill”.

Por todo lo anteriormente mencionado, la infestación apropiada, con relación a los niveles de inoculo del presente ensayo, esta constituida por 10 hembras oviplanas de cochinilla por penca, este rango podría deberse debido a que a mayor número de insectos presentes por penca, existirá mayor competencia por la savia de las plantas. De igual modo, las cochinillas influenciaron en los tejidos

parenquimatosos de las pencas, las cuales consecuentemente tenderán a necrosarse y perder su cualidad nutritiva tan requerida por los insectos.

Por otro lado y, en relación a la interacción de los factores de estudio, habiéndose presentado diferencias altamente significativas en el análisis de varianza efectuado anteriormente, se determina cual es la influencia que existe en la interacción de los factores de estudio a través de la realización de la prueba de análisis para los efectos simples (ver cuadros 28 y 29).

*Cuadro 28. Análisis de efectos simples del peso en fresco de la cochinilla.*

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	116	335	129.8	580.8
a2	287.6	403	371	1061.6
a3	199.6	142.1	192.7	534.4
a4	125.7	487	281.8	894.5
x.j.	728.9	1367.1	975.3	3071.3

En el cuadro anterior, se observa que la interacción apropiada para el desarrollo del peso en fresco en la cochinilla, es la combinación a4b2 (orientación de pencas de Noreste a Suroeste infestado con 10 cochinillas), que presenta un peso promedio de 162 mg/penca; por otro lado, la combinación menos apropiada para obtener el mismo objetivo es la interacción a1b1 (orientación de pencas de Este a Oeste con inóculos constituidos por 5 cochinillas). Estos resultados se ajustan a las teorías manifestadas por CIDERI (1991) y Quispe (1990), con relación a la densidad de inóculo constituido por 10 cochinillas hembras por penca, que es apropiada para amortiguar el efecto de la mortalidad que se presenta en los insectos por efecto de los factores medioambientales.

Asimismo, podemos recordar que, en relación a los resultados obtenidos del tiempo de duración del desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla, la interacción

más apropiada era a1b1 (orientación Este – Oeste de las pencas infestadas con 5 cochinillas); lo anterior era posiblemente debido a la mortandad de los insectos verificada en esta combinación de los factores en estudio, lo cual permitía que pocos insectos sobrevivan y se desarrollen en las pencas, por lo tanto no existía competencia por la savia de las plantas, este hecho consecuentemente, promovería la reducción del tiempo del ciclo de vida de la cochinilla. La anterior aseveración se confirma por los resultados obtenidos del análisis de efectos simples del peso en fresco de la cochinilla (poca magnitud que se presenta para la misma interacción a1b1).

*Cuadro 29. Análisis de varianza para efectos simples del peso en fresco de la cochinilla.*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á (0,05)
A(b1)	3	6328.86	2109.62	7.97	3.05 **
A(b2)	3	21584.93	7194.97	27.2	3.05 **
A(b3)	3	11077.01	3692.33	13.95	3.05 **
B(a1)	2	10028.72	5014.36	18.95	3.44 **
B(a2)	2	2366.30	1183.15	4.47	3.44 *
B(a3)	2	657.13	328.56	1.24	3.44 NS
B(a4)	2	21890.21	10945.10	41.38	3.44 **
Error	22	5818,906	264,495		

El análisis de varianza del cuadro 29, presenta diferencias altamente significativas entre las orientaciones de las pencas de tuna para cualquier nivel de inóculo infestado, lo propio sucede entre los niveles de inóculo con relación a la disposición de las pencas de tuna en sentido Noreste – Suroeste. Existen diferencias significativas, en el peso de materia fresca, entre las diferentes orientaciones para un nivel de infestación con 10 cochinillas; por el contrario no existen diferencias significativas entre los diferentes niveles de inóculo infestados en pencas orientadas en sentido Noroeste – Sureste.

El esquema que se presenta del análisis de los efectos simples, permite tener una idea más clara para poder entender las anteriores aseveraciones (ver figura 18).

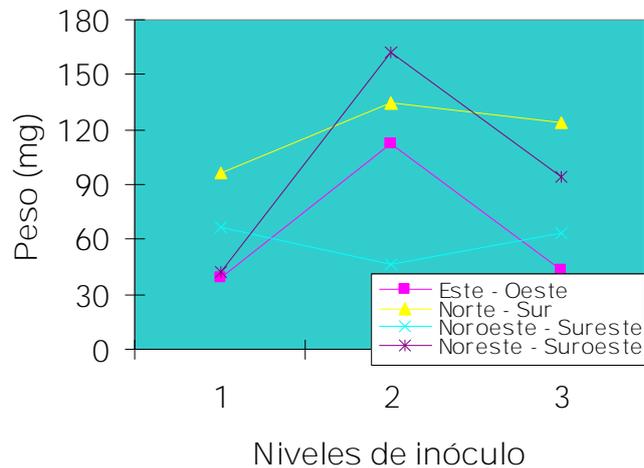


Figura 18. Interacción orientación de pencas x nivel de inóculo para evaluar el peso en fresco de la cochinilla.

En la gráfica, se observa que para un nivel de inóculo constituido por 5 cochinillas, el mayor peso en fresco, se presenta en interacción con pencas orientadas de Norte a Sur (alrededor de 90 mg/penca); para un nivel de inóculo de 10 cochinillas, la mejor orientación es en sentido Noreste – Suroeste (170 mg/penca); para un nivel de inóculo de 15 cochinillas, el mayor peso en fresco, se presenta en pencas orientadas en sentido Norte – Sur (mas de 120 mg/penca). Por lo mencionado y como conclusión se puede manifestar que, el peso en fresco promedio de la cochinilla para las condiciones del contexto trabajado (localidad de Huayhuasi) fluctúa alrededor de los 85.31 mg por penca, tomando en cuenta los niveles de inoculación estudiados en el presente ensayo.

#### 4.6 PESO SECO DE LA COCHINILLA

Los promedios del peso de cochinilla, luego del proceso de secado y por tratamientos se presentan en el cuadro 30. Se observa, en un principio, que los

mejores rendimientos se presentan en pencas que se orientan en sentido Norte – Sur e igualmente, asimismo entre los niveles de inóculo mas apropiados, el constituido por 10 cochinitas por penca presenta las mejores magnitudes, lo cual se asemeja a los estudios realizados por Portillo (1992).

*Cuadro 30. Promedios del peso en seco de la cochinilla por tratamientos (mg /U.E.)*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Peso seco (mg)	Niveles	Peso seco (mg)
Este-Oeste	52,55	5 unid/Penca	52,416
Norte-Sur	103,77	10 unid/Penca	100,833
Noroeste-Sureste	51,333	15 unid/Penca	67,666
Noreste-Suroeste	86.999		

Para comprobar las aseveraciones anteriores, se realizó el análisis de varianza correspondiente (ver cuadro 31), para un nivel de significancia del 5 %.

*Cuadro 31. Análisis de varianza del peso en seco de la cochinilla por cada tratamiento (mg/ U.E.)*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Fá (0,05)
Repeticiones	2	172,06	86,03	0,48	3.44 NS
Factor A	3	18233,64	6077,88	33,937	3.05 **
Factor B	2	14707,06	7353,53	41,060	3.44 **
Interacción	6	15257,59	2542,93	14,199	2.55 **
Error	22	3939,95	179,088		
Total	35	52310,31			

CV = 18,2 %

Observando el anterior cuadro, se evidencian diferencias altamente significativas entre los niveles de orientación de las pencas, entre los niveles de inoculación y en la interacción de los factores de estudio, asimismo, no existe diferencia estadística entre bloques. Por lo anterior, se determinará entre que niveles de orientación y entre que grados de inóculo existen diferencias, empleando la prueba de medias por el método de Duncan al 5 %.

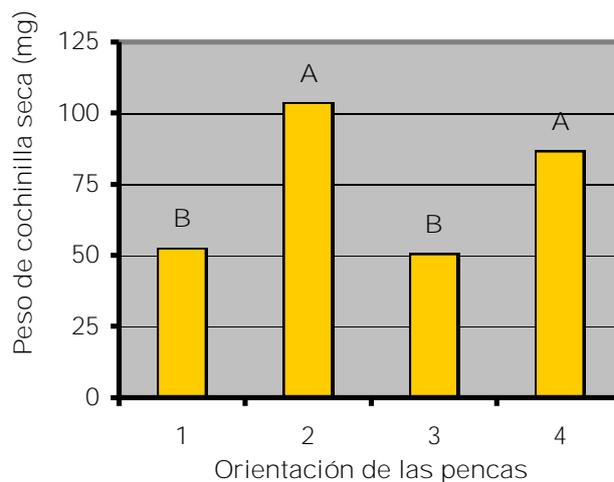


Figura 19. Prueba de Duncan para evaluar el peso en seco de la cochinilla (orientación de pencas de tuna).

La gráfica anterior muestra que, tomando en cuenta los niveles de orientación de las pencas de tuna, los niveles de orientación 2 y 4 (disposiciones Norte – Sur y Noreste – Suroeste) con 103 y 86 mg/penca respectivamente, de peso en seco de la cochinilla, son similares estadísticamente, pero diferentes y más convenientes en relación al rendimiento en materia seca, que presentan los niveles de orientación 1 y 3, direcciones Este – Oeste y Noroeste – Sureste (52 y 51 mg/penca respectivamente).

Los resultados anteriores muestran que la influencia de los rayos solares, es un factor que se debe tomar en cuenta, ya que influye de en el desarrollo favorable de las cochinillas como parásitos de las plantas de tuna. Los niveles de orientación de las pencas de tuna 2 y 4 (orientaciones Norte – Sur y Noreste – Suroeste) son

influenciados favorablemente por la luz solar para inducir un buen desarrollo de la planta como de los insectos, y contribuir de este modo para lograr un buen rendimiento en peso en seco en la cochinilla.

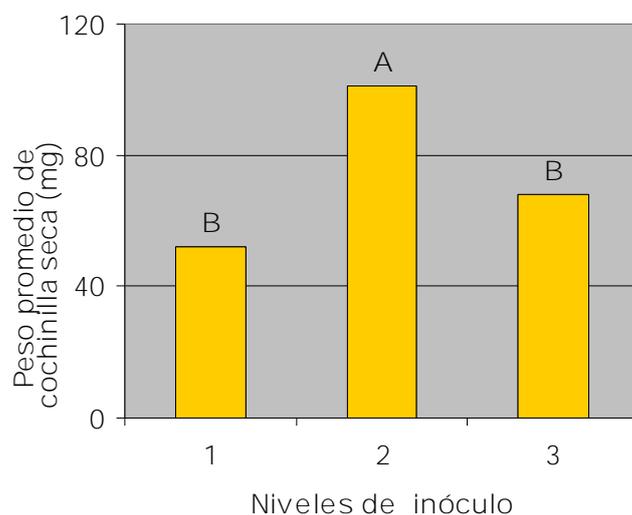


Figura 20. Prueba Duncan para evaluar el peso en seco de la cochinilla en función a los niveles de inóculos.

En la gráfica anterior (ver figura 20), se observa que existen diferencias estadísticas favorables, al 5%, para el nivel de inóculo 2 (10 cochinillas infestadas) que presenta 100 mg/penca de cochinilla seca, en comparación a los niveles 1 y 3 (5 y 15 cochinillas infestadas) que presentan 52 y 67 mg/penca respectivamente, de cochinilla seca. Los anteriores resultados presentan una similitud con los obtenidos por Portillo (1992), ya que el mencionado autor manifiesta que las mejores eficiencias en peso en fresco y en seco de la cochinilla se presentan a partir de inóculos constituidos por 10 insectos/penca.

Asimismo y por haber existido la presencia de diferencias significativas con relación a la interacción de los factores de estudio, se efectúa el correspondiente análisis para determinar los efectos simples, los mismos que se presentan en los cuadros 32 y 33.

*Cuadro 32. Análisis de efectos simples (orientación de pencas x niveles de inóculo) para el peso en seco de la cochinilla.*

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	99.3	360.1	168.2	627.6
a2	296.4	323.3	107.0	726.7
a3	78.0	172.5	432.3	682.8
a4	251.2	122.0	243.1	616.3
x.j.	724.9	977.9	950.6	2653.4

En la tabla anterior, se observa que la interacción apropiada para favorecer el rendimiento en peso seco de la cochinilla, es la combinación resultante a3b3 (orientación de pencas de Noroeste a Sureste con inóculo de 15 cochinillas) con un peso promedio de 144 mg/penca; de otro modo la combinación menos apropiada para el mismo objetivo, es la interacción a3b1 (orientación Noroeste – Sureste con inóculo de 5 cochinillas). Estos resultados confirman lo manifestado por CIDERI (1991), con relación a la elección adecuada que se debe hacer de la densidad que debe tener el inóculo, para favorecer el desarrollo de las colonias de insectos que se formen a partir de los mismos sobre las pencas de las tunas.

*Cuadro 33. Análisis de varianza para efectos simples del peso en seco de la cochinilla.*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á (0,05)
A(b1)	3	11842.96	3947.65	19.53	3.05 **
A(b1)	3	13254.34	4418.11	24.67	3.05 **
A(b1)	3	19937.01	6645.67	37.1	3.05 **
B(a1)	2	12176.6	6088.3	33.99	3.44 **
B(a2)	2	9264.62	4632.31	25.86	3.44 **
B(a3)	2	22439.42	11219.71	62.64	3.44 **
B(a4)	2	3491.49	1745.745	9.74	3.44 **
Error	22	3939.95	179.088		

Al efectuar el análisis de varianza a un nivel de significancia del 5 % (ver cuadro 33), se observa que existen diferencias altamente significativas, entre los niveles de orientación de las pencas de tuna para cualquier nivel de inóculo infestado y viceversa (para cualquier nivel de inóculo infestado en cualquier orientación de las pencas de tuna). Los valores numéricos obtenidos anteriormente, no ofrecen una clara idea del comportamiento de cada nivel de un factor dentro de los niveles del otro, es así que para tener un mejor entendimiento se esquematizan los mismos a partir del cuadro de efectos simples (figura 21).

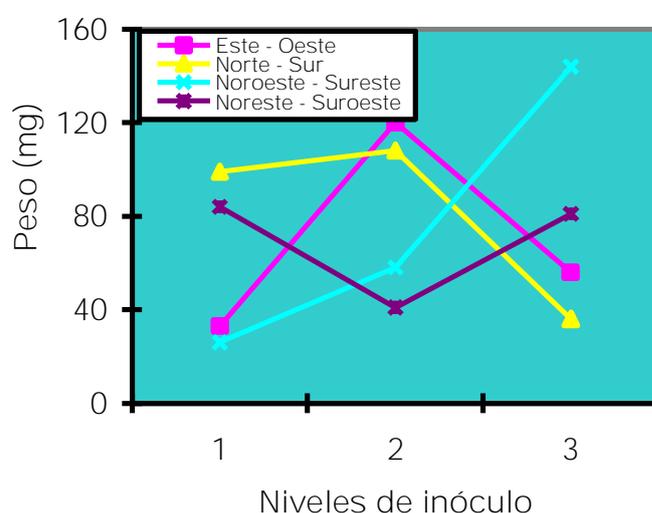


Figura 21. Interacción, orientación de pencas de tuna x nivel de inóculo para el peso en seco de la cochinilla.

En la gráfica anterior, se advierte que en el nivel de inóculo de 5 cochinillas infestadas, la mayor magnitud en peso seco se presenta en la combinación con el nivel de orientación de pencas en sentido Norte – Sur (alrededor de 100 mg/penca); para un nivel de 10 cochinillas infestadas, la mejor interacción para favorecer el rendimiento en materia seca, se presenta en combinación con pencas orientadas en sentido Este – Oeste (120 mg/penca); por último para un nivel de inóculo constituido por 15 cochinillas, la producción mas favorable, en materia seca de cochinilla, se verifica en pencas de tuna orientadas en sentido Noroeste – Sureste (alrededor de 150 mg/penca).

Como conclusión se puede manifestar que, el promedio de rendimiento del peso en materia seca de la cochinilla para el presente ensayo, fluctúa alrededor de los 73,7 mg/penca, según sea el tratamiento. Asimismo, la orientación más favorable de las pencas para promover un rendimiento adecuado, es la que se ubica en sentido Noroeste – Sureste e infestada con un inóculo de 15 cochinillas; de otro modo la orientación de las pencas menos conveniente, para el mismo propósito, está situada en la misma dirección (Noroeste – Sureste) infestada con 5 cochinillas.

#### 4.7 PORCENTAJE PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN LA COCHINILLA

En el cuadro 34, se presentan los promedios obtenidos, por tratamientos, del porcentaje del contenido de humedad en la cochinilla, luego de obtener el residuo correspondiente a partir de los pesos en fresco y seco de la masa de los insectos cosechados.

*Cuadro 34. Promedios del contenido de humedad de la cochinilla por tratamientos (%)*

ORIENTACIÓN	INÓCULOS		
	b1	b2	b3
a1	14.64	11.59	39.89
a2	12.72	10.66	12.93
a3	13.82	14.14	12.81
a4	14.8	11.27	13.73

Se puede observar que la mayor concentración de humedad en la cochinilla, se presenta en la interacción de los niveles de los factores de estudio a1b3, orientación de pencas en sentido Este – Oeste infestado con niveles de inóculo

constituidos por 15 cochinillas. Para tener un mejor entendimiento de los anteriores resultados, se esquematizan los mismos a partir del cuadro para efectos simples (figura 22).

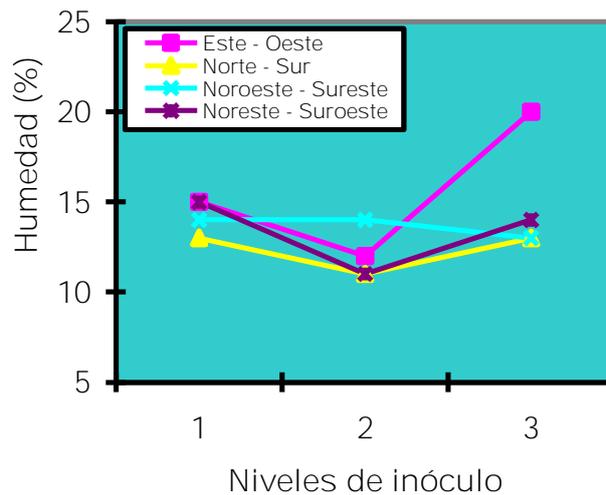


Figura 22. Interacción orientación de pencas x nivel de inóculo para evaluar el contenido de humedad en la cochinilla.

Examinando la gráfica, que presenta las diferentes interacciones, se observa que en el nivel de inóculo constituido por 5 cochinillas infestadas sobre las pencas de tuna, la mayor concentración de humedad se presenta en orientaciones de sentido Este a Oeste (Alrededor del 15 %); con un nivel de infestación de 10 cochinillas la interacción que presenta mayor magnitud se registra en orientaciones de sentido Noreste a Suroeste (14 %); por último para un nivel de inóculo constituido por 15 cochinillas la orientación que favorece la presencia de mayor contenido de humedad en la cochinilla, se da en pencas orientadas de sentido Este a Oeste. Es de denotar que, las diferencias numéricas, entre los diferentes tratamientos no son muy marcadas.

La orientación más favorable para promover un contenido hídrico mayor en la cochinilla se da en sentido Este a Oeste con un inóculo infestado por 15 cochinillas por penca (mayor al 20 %); de otro modo la orientación que menos

favorece al contenido de humedad, se da en sentido de Norte a Sur, para cualquier nivel de inóculo. Estos resultados manifiestan el tiempo de insolación que han sufrido las plantas y las cochinillas establecidas en las mismas, provocando un nivel de deshidratación mayor si aquel lapso de duración es mayor (Sánchez, 1992).

Finalmente, se concluye que el promedio del contenido de humedad en la cochinilla, en la localidad donde se ha realizado el presente estudio, fluctúa alrededor del 15 %, considerando los niveles de orientación que adopten las pencas de las plantas de tuna.

#### 4.8 NÚMERO DE INSECTOS /PENCA AL TIEMPO DE LA COSECHA

Los promedios acerca del número de insectos por penca que se presentan en función a cada tratamiento se observan en el cuadro 35. Las mejores magnitudes se presentan en pencas orientadas en sentido Norte – Sur; entre los niveles de inóculos infestados, los mayores promedios, se presentan en concentraciones de 10 cochinillas infestadas.

*Cuadro 35. Promedios del número de insectos/penca cosechados por tratamientos.*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Insectos/penca	Niveles	Insectos/penca
Este-Oeste	7,000	5 unid/Penca	7,333
Norte-Sur	14,333	10 unid/Penca	14,083
Noroeste-Sureste	7,222	15 unid/Penca	9,166
Noreste-Suroeste	12,222		

La determinación del número de insectos/penca, se efectuó realizando un seguimiento de los mismos, a lo largo de su ciclo biológico; pero para determinar la relación que existe entre la cantidad de cochinillas cosechadas con respecto del peso fresco y seco de las mismas, los niveles de inóculos infestados y el porcentaje de prendimiento de las cochinillas, y para determinar la magnitud de dicha correspondencia a través de los análisis de regresión y correlación lineal, se optó por analizar el número de cochinillas que existía por penca, al tiempo de la cosecha del producto final.

*Cuadro 36. Análisis de varianza del número de insectos/penca al tiempo de la cosecha por tratamientos.*

Fuente	GL	SC	CM	FC	Ft á (0,05)
Repeticiones	2	2,722	1,361	0,371	3.44 NS
Factor A	3	362,527	120,842	32,979	3.05 **
Factor B	2	292,388	146,194	39,898	3.44 **
Interacción	6	267,388	44,564	12,162	2.55 **
Error	22	80,611	3,664		
Total	35	1005,638			

CV = 18,8 %

El análisis de varianza efectuado para un nivel de significancia del 5 % (cuadro 36), muestra diferencias altamente significativas entre las orientaciones de las pencas de tuna, entre inóculos y en la interacción de factores de estudio.

Realizando la comparación de medias (figura 23), se observa que existen diferencias significativas favorables para los niveles 2 y 4 (direcciones Norte – Sur y Noreste – Suroeste) con 14 y 12 insectos/penca respectivamente, con relación a los niveles 1 y 3 (direcciones Este – Oeste y Noroeste - Sureste) que presentan 7 insectos/penca. Estos resultados muestran las condiciones favorables que han tenido las pencas de tuna (con relación al factor luz), que han favorecido su

desarrollo y la producción de savia y otros metabolitos los cuales, posteriormente, han beneficiado el desenvolvimiento fisiológico del organismo de la cochinilla.

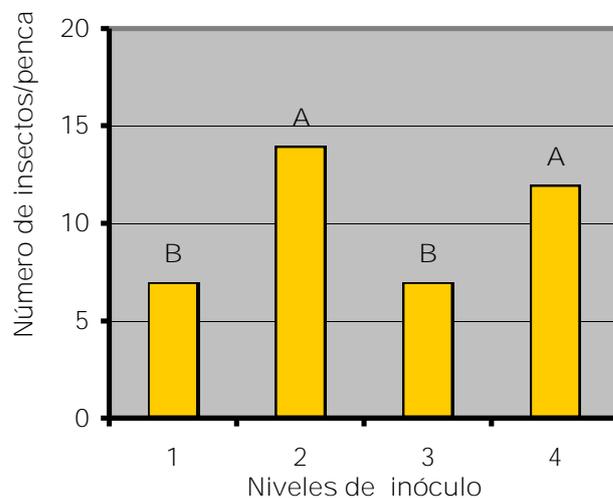


Figura 23. Prueba Duncan para evaluar el número de insectos/penca, en función a la orientación de las pencas.

Por los resultados anteriores, se puede manifestar que los niveles de orientación que se obtuvieron como propicios en el presente ensayo (niveles 2 y 4), son favorables para enfrentar las insolaciones fuertes que se podrían presentar, causando por lo tanto, alta mortalidad en las cochinillas, por lo cual se puede indicar que, el área de la penca donde se ubicaron los inóculos de cochinilla (orientaciones Norte – Sur y Noreste – Suroeste), no recibieron el impacto de los rayos solares de modo nocivo.

La cochinilla prefiere superficies poco soleadas y este comportamiento es apreciable en el presente estudio como indica CIDERI (1991), aunque es de expresar que, el desarrollo de la cochinilla puede llevarse a cabo aún en insolaciones directas, cuando esta ya se ha fijado en la penca de tuna de modo definitivo (Marín y Cisneros, 1993).

En el análisis de comparación de medias de inóculos por Duncan (figura 24), el nivel 2 (10 cochinillas infestadas) presenta diferencias significativas favorables con

relación a los otros niveles de inoculación (presencia de 14 insectos/penca al tiempo de la cosecha). En tanto que los niveles 3 y 1 (15 y 5 cochinillas infestadas) presentaron 9 y 7 insectos/penca respectivamente, al tiempo de la cosecha. Por los resultados anteriores se puede manifestar que, entre las densidades de inóculo adoptadas por el presente estudio, la más favorable para el desarrollo y sobrevivencia de los inóculos y de las colonias originadas, esta conformada por 10 insectos/penca, este hecho confirma los estudios realizados por Portillo (1992).

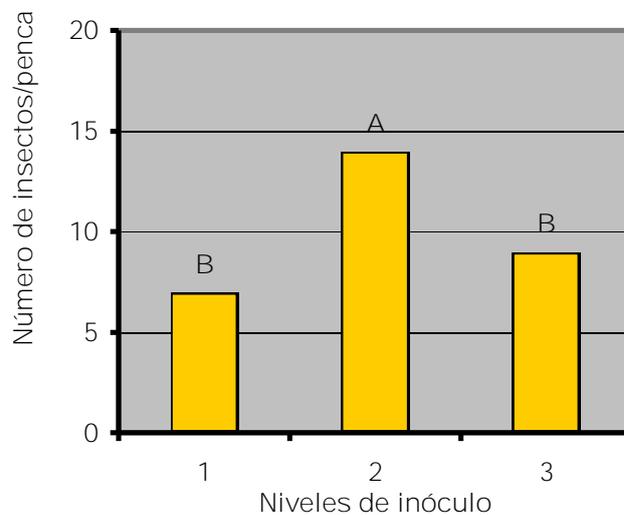


Figura 24. Prueba Duncan para evaluar el número de insectos/penca existentes al tiempo de la cosecha, en función a los niveles de inóculo.

Habiéndose determinado la existencia de diferencias altamente significativas en la interacción de los factores de estudio, se realiza el análisis de efectos simples respectivo, en el cuadro 37 se observa que, la interacción mas apropiada para promover condiciones adecuadas para los inóculos y colonias de cochinilla, favoreciendo de este modo la presencia de un mayor número de insectos/penca, es la combinación de los niveles a4b2 (orientación de las pencas en sentido Noreste – Suroeste con inóculos constituidos por 10 cochinillas) que presenta un promedio de 20 insectos/penca; de otro modo la combinación menos favorable

para el mismo propósito, es la combinación a1b3 (orientación Este – Oeste con inóculos de 15 hembras/penca) que presenta alrededor de 4 insectos/penca.

*Cuadro 37. Análisis de efectos simples, orientación de pencas de tuna x niveles de inóculo, del número de insectos/penca.*

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	12	41	10	63
a2	36	49	44	129
a3	24	19	22	65
a4	16	60	34	110
x.j.	88	169	110	367

Los anteriores resultados manifiestan que, la orientación de las pencas mas favorable esta situada en sentido Noreste – Suroeste, esto posiblemente debido a que en esta disposición, las pencas no perciben grados de insolación extremos que influirían negativamente en los insectos (Marín y Cisneros, 1993). Con relación al grado de inóculo, la mejor densidad esta constituida por 10 cochinitas.

*Cuadro 38. Análisis de varianza para efectos simples del número de insectos/penca presentes al tiempo de la cosecha.*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á (0,05)
A(b1)	3	112	37.3	10.19	3.05 **
A(b2)	3	300.91	100.3	27.4	3.05 **
A(b3)	3	217	72.3	19.75	3.05 **
B(a1)	2	200.66	100.33	27.41	3.44 **
B(a2)	2	28.66	14.33	3.91	3.44 *
B(a3)	2	4.22	2.11	0.57	3.44 NS
B(a4)	2	326.22	181.11	49.4	3.44 **
Error	22	80,611	3,664		

En el cuadro 38, se presenta el análisis de varianza efectuado para un nivel de significancia del 5 % del número de insectos/penca presentes al tiempo de la cosecha, en el se observa que existen diferencias altamente significativas entre las orientaciones de las pencas para cualquier nivel de inóculo, lo propio ocurre entre los diferentes inóculos en relación a los niveles de orientación a1 y a4 (orientaciones Este – Oeste y Noreste – Suroeste).

Asimismo existen diferencias significativas entre los niveles de inóculo infestados en pencas orientadas de Norte a Sur; por el contrario no se presenta diferencias significativas entre los niveles de inóculos infestados en pencas orientadas de Noroeste a Sureste. Estos resultados se esquematizan en la figura 25.

En la gráfica, se puede advertir que en el nivel de inóculo constituido por 5 cochinillas, la presencia de un mayor número de insectos se presenta en pencas orientadas de Norte a Sur (12 insectos); en inóculos de 10 cochinillas, la mejor interacción se registra con pencas orientadas de Noreste a Suroeste (mas de 20 insectos); por último con inóculos de 15 cochinillas, la presencia de mayor número de insectos/penca se presenta en orientaciones de Norte – Sur (15 insectos).

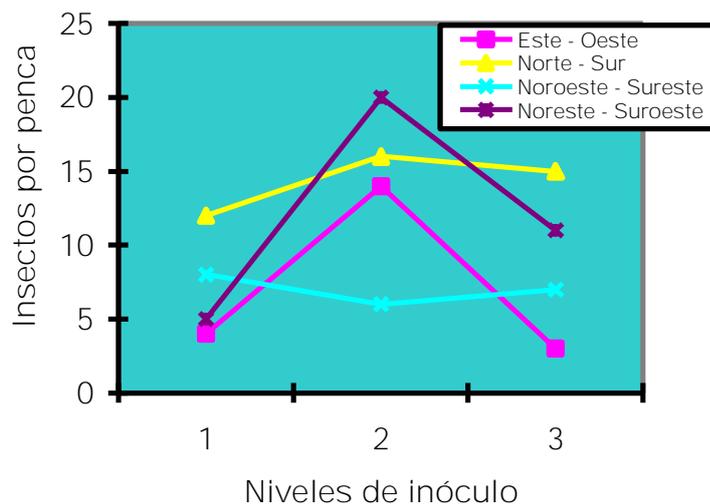


Figura 25. Interacción, orientación de pencas de tuna x nivel de inóculo del número de insectos/penca al tiempo de la cosecha.

Como conclusión se puede manifestar que, la orientación más favorable de las pencas de tuna, para promover un desarrollo adecuado de las cochinillas, se ubica en sentido Norte – Sur para un nivel de infestación de 10 cochinillas/penca, asimismo, el promedio de cochinillas que se generan, tomando en cuenta las densidades de inóculos adoptados en el presente estudio, para el contexto de trabajo, fluctúa entre los 10 a 20 insectos/penca, según sea el tratamiento.

#### 4.9 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE COCHINILLAS HEMBRAS

Los promedios del porcentaje de prendimiento de cochinillas hembras (que constituyeron los inóculos), sobre las pencas de tuna se presentan en el cuadro 39, en función a cada tratamiento. Los datos que se presentan, fueron evaluados luego de transcurridos treinta días y al momento de retirar la malla de “tul” que cubría a los inóculos infestados.

*Cuadro 39. Promedios del porcentaje de prendimiento de cochinilla sobre las pencas de tuna, en función a cada tratamiento.*

Orientación de la penca		Inóculo	
Niveles	Insectos/penca	Niveles	Insectos/penca
Este-Oeste	35,555	5 unid/Penca	54,083
Norte-Sur	52,888	10 unid/Penca	52,000
Noroeste-Sureste	47,333	15 unid/Penca	50,666
Noreste-Suroeste	73,222		

Se puede observar en la tabla, que los mejores promedios se registran en pencas orientadas en sentido Noreste – Suroeste (más del 70 % de prendimiento); por su parte, en relación a los inóculos infestados, el constituido por 5 cochinillas presenta un porcentaje de prendimiento mayor (54 % de fijación), con respecto a

los restantes niveles de infestación. Es de observar que, a pesar de exhibir una mayor fijación definitiva de los insectos sobre las pencas, los inóculos conformados por cinco insectos presentan una alta susceptibilidad a la mortalidad de los mismos debido a los factores medioambientales, cuando estos son infestados en condiciones de campo abierto

Los resultados obtenidos por Portillo (1992) manifiestan que, la cantidad de 5 cochinillas infestadas por penca, puede promover un porcentaje mayor de prendimiento sobre los tejidos de las pencas de tuna y por consecuencia, en la generación de un mayor número de insectos a partir del inóculo inicial. Por lo tanto la información recogida en el presente estudio, confirma las manifestaciones realizadas por el mencionado autor y por Romero (1990).

*Cuadro 40. Análisis de varianza del porcentaje de prendimiento de cochinillas por penca, en función a cada tratamiento.*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Fá (0,05)
Repeticiones	2	1016,171	508,085	3,100	3.44 NS
Factor A	3	6688,078	2229,359	13,604	3.05 **
Factor B	2	71,164	35,582	0,217	3.44 NS
Interacción	6	17638,182	2939,697	17,939	2.55 **
Error	22	3605,148	163,870		
Total	35	29018,750			

CV = 24.50 %

El análisis de varianza presentado en la tabla (cuadro 40), a un nivel de significancia del 5 %, muestra diferencias altamente significativas entre las orientaciones de las pencas de tuna y la interacción entre factores de estudio; asimismo, entre los niveles de inoculación adoptados en el presente ensayo, no se presentan diferencias estadísticas, por lo cual, este factor no parece influir en el

porcentaje de prendimiento de las cochinillas, esto debido posiblemente a que los niveles de inoculación son relativamente pequeños; por otro lado, la concentración del inóculo en interacción con la orientación de las pencas de tuna, parece ejercer influencia en el prendimiento de la cochinilla. Por otro lado, no se presentan diferencias estadísticas entre bloques o repeticiones.

Los resultados anteriormente mencionados, manifiestan que la influencia de los rayos lumínicos es decisiva en el proceso de inoculación y formación de nuevas colonias de cochinillas, ya que al acopiar hembras oviplanas para infestar y promover el asentamiento de las mismas en otras plantas, estas requerirán de condiciones adecuadas para tales propósitos, lo cual incluye insolaciones no muy fuertes, como menciona CIDERI (1991).

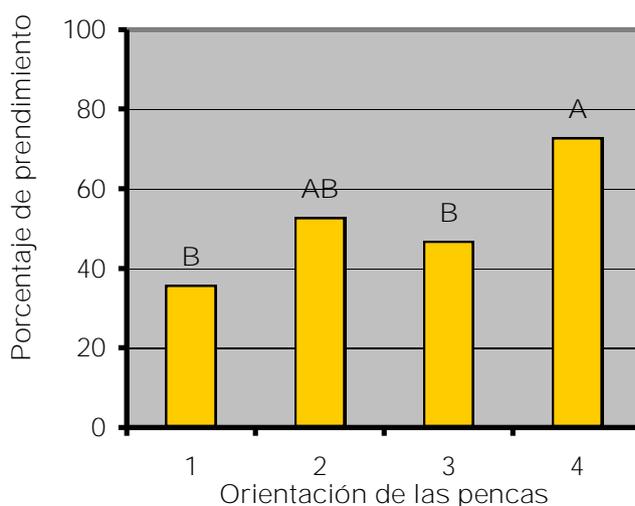


Figura 26. Prueba Duncan para evaluar el porcentaje de prendimiento, en función a la orientación de las pencas.

La comparación de medias realizada para el factor orientación de pencas de tuna (figura 26), muestra a un nivel de significancia del 5 %, diferencias favorables para los niveles 4 y 2 (direcciones Noreste – Suroeste y Norte – Sur) con 73 y 53 por ciento de prendimiento de cochinillas por penca; el nivel de orientación 2, es

estadísticamente similar con los niveles 4, 1 y 3, pero estos dos últimos difieren notoriamente del nivel 4. Por otro lado, la orientación menos favorable para el prendimiento de la cochinilla, es en dirección Este – Oeste; este hecho se debería a que en dicha disposición las insolaciones son fuertes y constantes durante todo el día, lo cual es negativo para el prendimiento de los insectos.

*Cuadro 41. Análisis de efectos simples para evaluar el porcentaje de prendimiento de cochinillas.*

Xij	b1	b2	b3	Xi..
a1	105	145	70	320
a2	65	173	238	476
a3	289	52	85	426
a4	190	254	215	659
x.j.	649	624	608	1881

En el cuadro 41, el análisis de efectos simples, muestra que la interacción que favorece el prendimiento de la cochinilla, es la combinación a3b1; la combinación menos apropiada es la interacción a3b2.

*Cuadro 42. Análisis de varianza de efectos simples para evaluar el porcentaje de prendimiento de hembras oviplanas de cochinilla.*

Fuente	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft á (0,05)
A(b1)	3	9856.9	3285.6	20.05	3.05 **
A(b2)	3	6943.3	2314.4	14.12	3.05 **
A(b3)	3	7526	2508.6	15.3	3.05 **
B(a1)	2	938.8	469.4	2.86	3.44 NS
B(a2)	2	5090.8	2545.4	15.53	3.44 **
B(a3)	2	10986	5493	33.52	3.44 **
B(a4)	2	693.5	346.7	2.11	3.44 NS
Error	22	3605,148	163,870		

El análisis de varianza a un nivel de 5 %, se presenta en el cuadro 42, en el mismo se observa que existen diferencias altamente significativas entre las orientaciones de las pencas de tuna, para cualquier nivel de inóculo; lo propio ocurre, entre cualquier nivel de inóculo infestado en pencas orientadas de Noroeste a Sureste (nivel a3) y de Norte a Sur (nivel a2). Por el contrario no se presentan diferencias significativas entre cualquier nivel de inóculo infestado en pencas orientadas de Noreste a Suroeste (nivel a4) y de Este a Oeste (nivel a1).

Los resultados obtenidos en el presente ensayo, muestran que los niveles de orientación de las pencas de tuna 4 y 2 (Noreste – Suroeste y Norte – Sur), captan la intensidad lumínica que permite el establecimiento y la fijación de las cochinillas inoculadas. Por lo tanto, la mortalidad existente por causa de la influencia lumínica excesiva en la etapa de prendimiento de la cochinilla, es disminuida cuando las pencas de tuna adoptan las disposiciones de los niveles 4 y 2 ya que estos reunirían condiciones apropiadas para favorecer un mayor prendimiento de las cochinillas, como mencionan Romero (1990) y CIDERI (1991). Las anteriores interpretaciones, se grafican en la figura 27 a partir del cuadro de efectos simples.

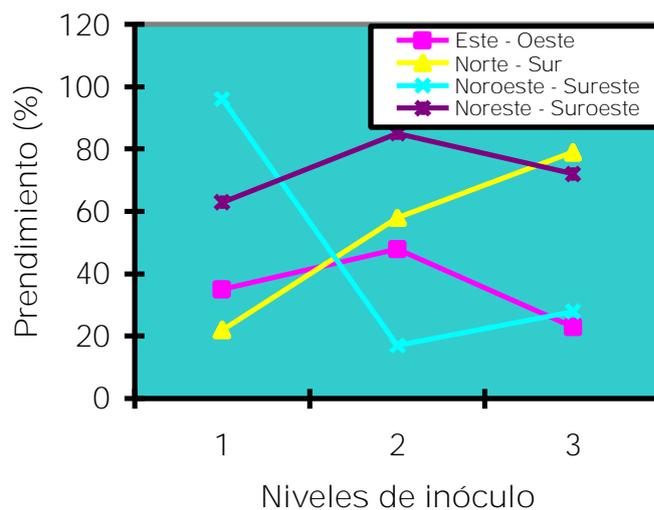


Figura 27. Interacción, orientación de pencas x nivel de inóculo, para evaluar el porcentaje de prendimiento de cochinillas.

En la gráfica se observa que, para el nivel de inóculo constituido por 5 cochinillas infestadas, el mayor prendimiento se presenta en pencas orientadas de Noroeste a Sureste (mas del 90 %); para un nivel de inóculo de 10 cochinillas, la orientación que favorece la fijación de la cochinilla, es de Noreste a Suroeste (80 %); por último y para un nivel de inóculo de 15 cochinillas, el mayor prendimiento de insectos, se presenta en pencas orientadas de Norte a Sur (alrededor del 80 %).

Como conclusión se puede manifestar que, el promedio en porcentaje del prendimiento de cochinillas, para la localidad de estudio, tomando en cuenta los niveles de inóculo estudiados, oscila entre el 52 a 73 % según sea el tratamiento. Asimismo, la orientación que favorece el prendimiento de los inóculos de las cochinillas, es de Noreste a Suroeste y el nivel de infestación mas adecuado, de los adoptados por el presente ensayo, es el compuesto por 10 cochinillas.

#### 4.10 REGRESIONES Y CORRELACIONES LINEALES PERTINENTES

##### 4.10.1 PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO VS. NUMERO DE INSECTOS / PENCA.

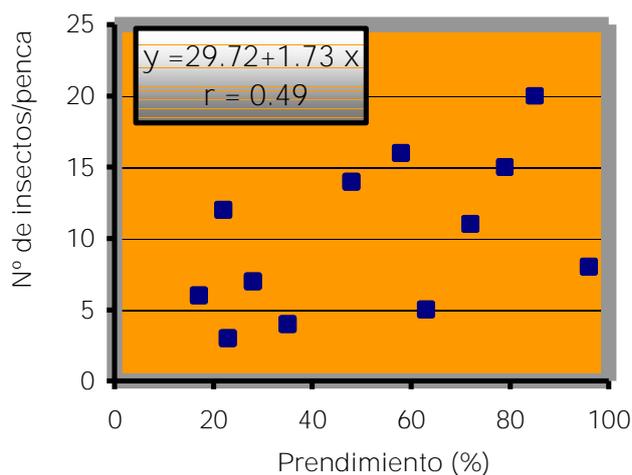


Figura 28. Diagrama de dispersión: Porcentaje de prendimiento vs. Numero de cochinillas/penca.

En la figura 28 se puede observar que, los puntos de intersección de los valores que presentan las variables de respuesta: número de cochinillas presentes por penca al tiempo de la cosecha y el porcentaje de prendimiento de los insectos, se encuentran dispersos. Asimismo y de acuerdo al coeficiente de correlación lineal que se presenta ( $r = 0.49$ ), que no es significativo, se puede manifestar que no se podría esperar que cuando exista mayor porcentaje de prendimiento, el número de insectos que se encuentre en las colonias de cochinilla al tiempo de la cosecha, sea también mayor de manera proporcional al mencionado aspecto.

La anterior deducción se puede explicar manifestando que, luego de la fijación de las cochinillas hembras sobre las pencas de tuna, posterior al proceso de infestación, el desarrollo de las cochinillas dependerá de los factores medioambientales reinantes del medio (luz, viento, temperatura, precipitación, etc.), lo cual provocara un incremento mayor o menor de modo diverso, según sea propicio o no el entorno que rodee a los insectos; la anterior afirmación fue expresada también por Romero (1990).

Por otro lado, la magnitud de prendimiento de las hembras de cochinilla sobre las pencas de tuna, solo explicaría un 24% de la presencia de insectos cosechados por pencas de tuna al tiempo de la cosecha. Esto indicaría que estas dos variables de estudio (respuesta), no estarían interrelacionadas estrechamente entre sí.

## 4.10.2 PESO FRESCO VS. PESO SECO DE LA COCHINILLA.

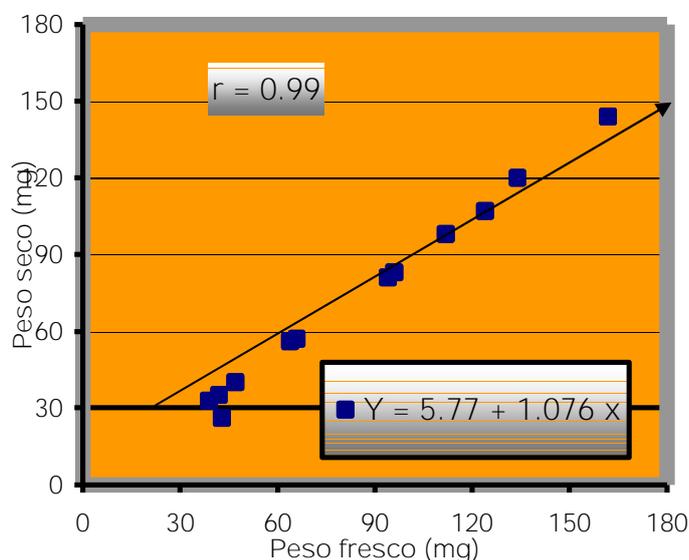


Figura 29. Diagrama de dispersión: Peso fresco vs. Peso seco de Cochinilla.

Observando la gráfica anterior (figura 29), se puede notar que existe relación lineal ascendente altamente significativa entre el peso de masa en fresco y el peso de masa en seco de la cochinilla, lo cual manifiesta que se presenta un incremento proporcional entre ambas variables de estudio. Asimismo, la correlación lineal positiva existente, entre ambos aspectos es alta ( $r = 0.99$ ), por lo que se puede decir que se puede esperar que cuando se incremente el peso en fresco en la cochinilla, se incrementará su peso en materia seca.

De otro modo, la variación que se presente en relación al peso de la masa en fresco en la cochinilla, explicara en un 98 %, la alteración que se de en el peso en seco en la cochinilla.

## 4.10.4 NÚMERO DE INSECTOS VS. PESO FRESCO DE COCHINILLA.

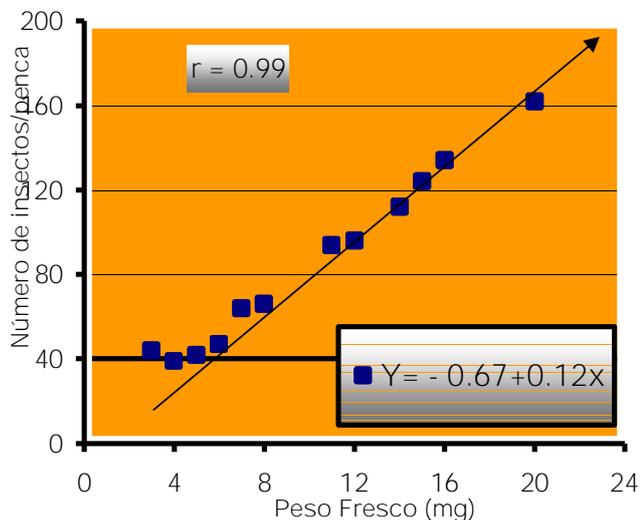


Figura 30. Diagrama de dispersión Número de insectos a la cosecha vs. Peso fresco de cochinilla.

En la gráfica (figura 30), se puede observar que la intersección de los valores que asumen las variables de estudio en referencia tienden a una línea, por lo cual se puede manifestar que, en tanto varié el número de cochinillas cosechadas por penca, variara asimismo el peso de la masa en fresco de los insectos. La anterior aseveración se puede comprobar de acuerdo al coeficiente de correlación lineal determinado ( $r = 0.99$ ), que asume un comportamiento positivo, lo cual nos indica que ambas variables de estudio están interrelacionadas estrechamente.

Por otro lado, por los cálculos realizados, se puede indicar que la existencia de cochinillas en las pencas, al tiempo de la cosecha, explicará en un 98% la variación total que se presente en el peso fresco del insecto.

## 4.10.5 NIVEL DE INÓCULO Vs. PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO DE COCHINILLAS

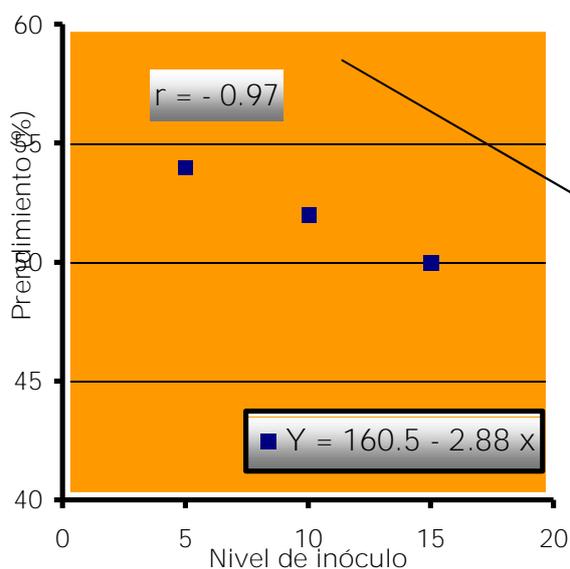


Figura 31. Diagrama de dispersión: Nivel de inóculo Vs. Porcentaje de prendimiento de hembras de cochinilla.

La gráfica (figura 31), presenta una relación lineal descendente altamente significativa, entre el nivel de infestación (concentración de inóculo) con relación al porcentaje de prendimiento de las cochinillas sobre las pencas de tuna. Asimismo la correlación lineal entre ambas variables de estudio es extremadamente negativa ( $r = -0.97$ ), lo cual se puede manifestar que es lógico, debido a que, en esta fase previa a la formación de las nuevas colonias de cochinillas, el incremento en la densidad poblacional del insecto entorpecerá la fijación de los insectos sobre las pencas, además de presentarse el necrosamiento de los tejidos de estas, como así también manifiesta Portillo (1992).

Por otro lado, se puede indicar que, ante un incremento de cochinillas en el inóculo, de un insecto, se puede esperar que el porcentaje de prendimiento de los mismos sobre las pencas de tuna disminuya en un 2.8 %.

## 4.10.6 NÚMERO DE INSECTOS/PENCA VS. PESO SECO DE LA COCHINILLA.

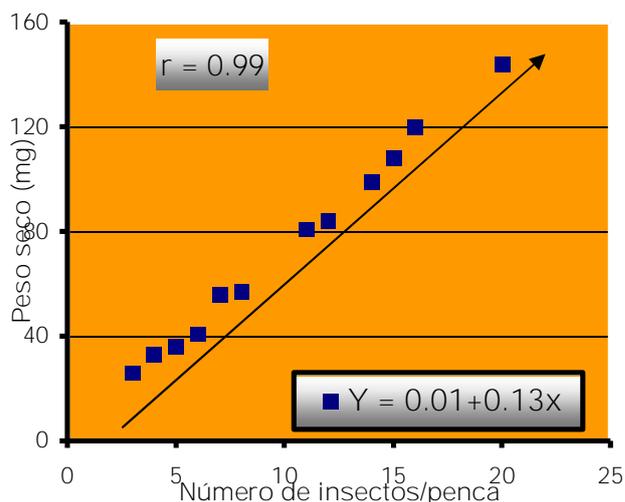


Figura 32. Diagrama de dispersión: Número de insectos/penca Vs. Peso en seco de la cochinilla.

En la gráfica anterior (figura 32), se puede observar que existe una relación lineal ascendente altamente significativa, entre el número de cochinillas que se presentan por penca al tiempo de la cosecha, con relación al peso seco de los insectos; asimismo, el coeficiente de correlación es positivo ( $r = 0.99$ ), entre ambas variables de estudio. Por el resultado determinado, se puede esperar que ante el incremento del número de insectos presentes sobre las pencas de tuna al tiempo de la cosecha, el peso en seco de la cochinilla se aumentará casi proporcionalmente (por cada cochinilla que se presente en la penca, se puede esperar un incremento en el peso seco de producto cosechado de 0.13 unidades).

La anterior afirmación es lógica, debido a que la formación de nuevas colonias de insectos será, en cierta medida, proporcional al número de cochinillas fijadas o

prendidas sobre las pencas y por lo tanto se producirá un incremento casi proporcional del peso en seco tanto del insecto como del producto cosechado.

#### 4.10 DURACION DEL CICLO BIOLOGICO DE LA COCHINILLA (HEMBRA) EN CAMPO ABIERTO

Cuando se realiza la infestación y, posteriormente, la reproducción de las cochinillas (donde las mismas depositan una gran cantidad de huevos), los insectos que nacen buscan establecerse en lugares adecuados de las plantas de tuna (etapa ninfa migrante), que no presenten mucha luminosidad. Pero muchos de ellos son arrastrados por el viento y la lluvia hacia otros lugares donde se establecen definitivamente. Muchas de ellas, en esta fase, se pierden al buscar lugares para establecerse y finalmente mueren por los factores medioambientales. Las ninfas una vez establecidas en las pencas de tuna se desarrollan hasta llegar a los estadios de Ninfa I, Ninfa II y Hembra adulta, pasando por etapas intermedias.

La duración del ciclo biológico - productivo, de la cochinilla hembra, para el presente estudio (gráfica 26), en promedio fue de 119 días:

- La primera etapa desde huevo hasta la fase Ninfa I duró 56 días.
- La segunda etapa desde el periodo anterior hasta la fase Ninfa II duró 28 días.
- La última etapa desde el anterior periodo a la fase Hembra adulta (inicio de la oviposición) duró 35 días.

La duración de las etapas Ninfa I y Ninfa II determinadas por el presente estudio (56 y 28 días respectivamente), difieren con relación al tiempo observado por Portillo en condiciones ambientales controladas (1992), debido a que se prolongan con relación a estos en cierta magnitud. Asimismo se puede manifestar que, por los resultados obtenidos, las condiciones ambientales (en este caso la intensidad lumínica acompañada por la temperatura) de la región donde se realizó el

presente estudio, son favorables para reducir la duración del ciclo biológico de la cochinilla (como de cada fase) en cierta proporción, este hecho confirma los estudios realizados por Quispe (1990). De otro modo, el intervalo de tiempo de duración al desarrollo de la fase Hembra adulta determinado (35 días), es reducido, esto debido posiblemente a las condiciones climáticas de la localidad en estudio, que resultan propicias para el desarrollo de la cochinilla en este estadio de desarrollo como de las plantas huésped (tuna).

Asimismo, se puede manifestar que la duración total del ciclo biológico de la cochinilla, obtenida por el presente ensayo, se enmarca en los estudios registrados por Viguera (1992).

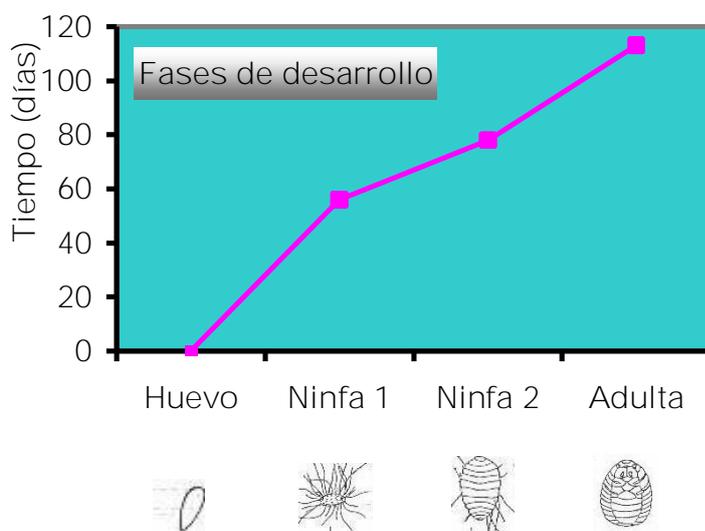


Figura 33. Duración de las fases del ciclo biológico de la cochinilla

## V. CONCLUSIONES

Tomando en cuenta las características propias del contexto donde se realizó el presente ensayo, las conclusiones más notables que se pueden señalar son las siguientes:

Para el desarrollo de la cochinilla, en sus fases: Ninfa I, Ninfa II y hembra adulta, entre los niveles de inoculación adoptados en el presente estudio, el más adecuado, está constituido por diez cochinillas/penca, debido a que las colonias de insectos originados, a partir de este nivel, presentan un desarrollo más óptimo.

Las orientaciones más aceptables para disminuir el tiempo de duración a las fases en estudio, que presenta la cochinilla son las siguientes:

- Al estadio Ninfa I, es de sentido Norte a Sur.
- Al desarrollo de la fase ninfa II, la mejor orientación se encuentra en sentido Este a Oeste con un nivel de inóculo constituido por 5 cochinillas.
- A la fase hembra adulta, cualquier orientación que adopten las pencas de tuna, es indiferente a la cochinilla por lo que se ha podido observar.

El tiempo de duración del ciclo biológico de la cochinilla, es influenciado por las orientaciones de las pencas de Noroeste a Sureste y de Norte a Sur, siendo estas adecuadas para el metabolismo de la planta y no son nocivas para el desarrollo de la cochinilla. En relación a los niveles de inóculos adoptados en el presente ensayo, el constituido por 5 cochinillas, aparentemente es la más favorable, pero este nivel de infestación es relativo en su eficiencia, ya que como está conformado por pocos insectos, existe la susceptibilidad a la mortalidad de los mismos, debido a las condiciones medioambientales. Finalmente se puede indicar que, el tiempo de duración del ciclo biológico de la cochinilla para la localidad en estudio, de acuerdo al presente estudio, fluctúa alrededor de los 116 a 119 días.

El peso en fresco de la cochinilla presenta mejores rendimientos en pencas orientadas de Norte a Sur, esto posiblemente debido a que el impacto de los rayos solares favorecería al metabolismo de las tunas y no impactarían de modo nocivo en las cochinillas; asimismo, el nivel de inóculo que favorece el incremento de este parámetro, esta constituido por 10 cochinillas. En relación al peso seco de la cochinilla, este tiene mejores rendimientos en orientaciones de Norte a Sur y en niveles de inóculo de 10 cochinillas; la combinación más aceptable se presenta en orientaciones Noroeste a Sureste con inóculos de 15 cochinillas.

De los resultados anteriores, se obtiene el promedio de contenido de humedad en la cochinilla que fluctúa alrededor del 15 %; la combinación de las pencas de orientación Este a Oeste, con inóculos de 15 cochinillas, tiene mayor influencia en la presencia de mayor humedad en la cochinilla; resultados opuestos se obtienen, en pencas orientadas de Norte a Sur, con cualquier nivel de inóculo infestado

El número de insectos que se presentan por penca, al tiempo de la cosecha, presenta mejores promedios en orientaciones Norte - Sur y en inóculos de 10 cochinillas (14 insectos/penca). Por otro lado, la interacción más favorable, es la orientación de pencas de Noreste a Suroeste, con inóculos de 10 cochinillas (20 insectos/penca); la combinación menos apropiada es la orientación de las pencas de Este a Oeste con inóculos de 15 cochinillas.

El porcentaje de prendimiento de cochinillas, registra mejores promedios en pencas orientadas de Noreste a Suroeste (más del 70 %); asimismo, el nivel de infestación adecuado esta constituido por 10 cochinillas; asimismo, se puede indicar que se ha observado mortalidad por influencia lumínica en la etapa de prendimiento. Finalmente, se puede indicar que el promedio del porcentaje de prendimiento de cochinillas, de acuerdo al presente ensayo para la localidad en estudio y entre los meses de Noviembre a Enero, oscila entre los 52 a 73 %.

## VI. RECOMENDACIONES

Al finalizar el presente estudio y de acuerdo a las conclusiones determinadas del mismo, se plantean las siguientes recomendaciones:

El aprovechamiento de la cochinilla sufre la ignorancia de un manejo adecuado, por parte de los pequeños agricultores en nuestro país, lo que va en desmedro del beneficio económico de los mismos, de la producción apropiada del insecto y de la calidad que puede presentar el producto.

El pequeño agricultor, tiene la posibilidad de criar y explotar la cochinilla, obteniendo así ingresos adicionales sin dejar de lado las principales actividades productivas que realiza; por lo tanto es necesario realizar mas estudios respecto de la temática (como en países vecinos se han realizado), determinando técnicas y metodologías apropiadas que favorezcan el desarrollo y proliferación de la cochinilla, para las condiciones geográficas de nuestro país, beneficiando de esta manera sobretudo a la población rural y familias campesinas de bajos ingresos.

Los niveles de inóculo adoptados e implementados para su estudio en el presente ensayo, han sido elegidos con el objeto de determinar y analizar el desarrollo del ciclo biológico de la cochinilla, en condiciones de campo abierto. Las mencionadas densidades, que presentan los inóculos en estudio, son similares a concentraciones de infestación adoptados por estudios realizados acerca del desarrollo evolutivo de la cochinilla; de este modo es recomendable, para estudios posteriores que involucren a la cochinilla, que se adopten niveles de infestación recomendables para procesos productivos.

Se recomienda que, para posteriores trabajos que tomen en cuenta a la cochinilla, se determine la influencia de otros factores medioambientales, que afecten el desarrollo de la cochinilla, para las condiciones de nuestro contexto.

Considerando que en muchas regiones de nuestro país, debido al excesivo interés benéfico que se ha presentado por la cochinilla en ciertos lapsos de tiempo (por los precios elevados que presentó el producto), no han tomado en cuenta al parecer el manejo técnico apropiado de la cría y explotación de la cochinilla, el insecto ha proliferado abundantemente llegando a convertirse en una plaga que incluso ha afectado a otras plantas de importancia económica; por lo tanto tomando en cuenta este referente, se puede considerar esta problemática para adoptarla como tema de estudio adecuado, para buscar técnicas y métodos apropiados que permitan disminuir y controlar la multiplicación y el efecto negativo que ha llegado a constituirse la cochinilla en dichas regiones.

Se ha determinado, por las investigaciones realizadas, que el rubro de la cochinilla no es un factor importante dentro de la economía del país, esto debido posiblemente, a que en el mercado internacional la materia prima de cochinilla y sus derivados sufren continuas fluctuaciones (el mercado mundial de la cochinilla en los últimos 25 años se ha caracterizado por altibajos periódicos), lo cual se constituye en un riesgo y desanima a los posibles inversionistas; pero también es de notar que, dentro de la carrera comercial del producto de cochinilla hasta el fin del anterior siglo, se destacaban claramente tan solo países como el Perú y las Islas Canarias. Pero a partir del año 2000, y de acuerdo a registros informativos, de la producción mundial total estimada de cochinilla (orientada a los mercados de exportación), Chile contribuye con 10.51%, Perú con 85%, las Islas Canarias, con 2.86% y finalmente Bolivia con 1.91%.

Por todo lo anteriormente mencionado sería aconsejable darle el énfasis debido a la producción de cochinilla, sabiendo que es un producto natural cuyos derivados son recomendados por organizaciones de salud internacionales, que además puede sustituir el uso de productos químicos y es requerido en diferentes países desarrollados del mundo, pudiéndose por lo tanto, constituir en una fuente de ingresos económicos para el país.

## VII REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

A.A.C. (Asociación de Agricultores de Chuquisaca). 1990. Perfil de proyecto de tuna y Cochinilla. Sucre, Bolivia. pp. 45-56.

Ahenke, L. 1997. Estudio hidrológico: Manejo de cuencas y control de torrenteras de Río Abajo. CONSA-SERINCO. Prefectura de La Paz, Bolivia. pp. 37-42

Apolo Eximport. 1998. Aspectos generales del cultivo de la tuna y cochinilla. Lima, Perú. 51 p.

Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta. 2005. Microsoft Corporation. 1993-2004.

CAEM Ltda. (Centro de asesoramiento empresarial multidisciplinario). 1991. Estudio de la v tuna y la cochinilla, identificación y desarrollo de oportunidades de inversiones productivas. pp. 37 – 40.

Espinoza, E.; Calcin, F; Sfacich, Y. 1983. Cochinilla del carmín. Ayacucho, Perú. s.e. 8p.

HDV – CONSULTORES – PDA. 1992. Mercado de la cochinilla. 2º Congreso Nacional del trinomio Tunal, Tuna, Cochinilla. Cochabamba, Bolivia. s.p.

TINTEC (Instituto de investigación tecnológica industrial y de normas técnicas). 1987. Manejo de la tuna y de la cochinilla. Lima, Perú. 33 p.

INPEX (Instituto Nacional de Promoción de Exportaciones), 1990. Perfil de Mercado Mundial de exportaciones de cochinilla. La Paz, Bolivia. 81 p.

Marín, L.; Cisneros, V. 1993. Biología y morfología de la Cochinilla del carmín, *Dactylopius coccus*. Ayacucho, Perú. pp. 115- 120.

Olivares, E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAVANL. Versión 2.5. Facultad de Agronomía. Nuevo León, México.

Padrón, E. 1996. Diseños experimentales, con la aplicación en la agricultura y la ganadería. Edit. Trillas S.A. México DF, México. pp. 140-160.

Palomino. R. 1994. El cultivo de la tuna y la propagación de la cochinilla. Ayacucho, Perú. 55 p.

Poepsel, J. 1990. Producción industrial de cochinilla seca. Facultad de Ingeniería, carrera ingeniería industrial. UMSA. Tesis para optar al título de licenciatura. La Paz, Bolivia. 282 p.

Portillo, L. 1992. Infestación óptima de cladodios de Nopal (*Opuntia Picus – indica L. Mill.*) con grana de cochinilla *Dactylopius coccus* Costa. Universidad de Jalisco, México. s.p.

Quispe, R. 1990. Ciclo biológico de la cochinilla del cactus (*Dactylopius coccus* Costa) en diferentes épocas del año y en tres pisos altitudinales en Ayacucho. Universidad San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú. 150 p.

Riveros, J. 1994. Producción industrial del carmín de cochinilla (colorante natural). Facultad de Ingeniería. UMSA. Tesis para optar al título de licenciatura. La Paz, Bolivia. pp. 10 - 70.

Remond, Z; Avila, R. 1993. Estudio técnico del carmín de cochinilla. Lima, Perú. 130 p.

Rodríguez, J. 1991. Métodos de investigación pecuaria. 1º ed. Edit. Trillas, México DF, México. 208 p.

Romero, R. 1990. Manual del cultivo de la tuna y producción de cochinilla. Ayacucho, Perú. 76 p.

TUKUYPAJ. 1993. Memorias del IV seminario Nacional sobre investigación de tuna y cochinilla (11- 12 de marzo de 1993). Cochabamba, Bolivia. s.p.

S.N.A.G. (Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería, BOL), 1998. Manejo Técnico de la tuna y cochinilla. MAGDER. La Paz, Bolivia. 6 p.

Sánchez, L. 1995. Manual técnico del manejo de la tuna y cochinilla. Lima, Perú. s. p.

Vargas, R; Hayacawa, L. 1997. Estudios socioeconómicos: Manejo de cuencas y control de torrenteras de Río Abajo. CONSA-SERINCO. Prefectura de La Paz. Bolivia. pp. 43-49.

Vega, L. 1990. Utilización de la cochinilla y sus derivados, carmín y licor de carmín, como sustituto del carofil rojo en la tinción de la carne de trucha arco

iris (*Oncorhynchus mykiso*). Facultad de Agronomía. UMSA. Tesis para optar al título de licenciatura. La Paz, Bolivia. pp. 50 - 90.

Zelada, A. 1997. Plan general: Manejo de cuencas y control de torrenteras de Río Abajo. CONSA-SERINCO. Prefectura de La Paz, Bolivia. pp. 30-37.

Zerda, M. 1995. Extracción del ácido carmínico y obtención del carmín de la cochinilla. Facultad de ingeniería, carrera ingeniería química. UMSA. Tesis para optar el título de licenciatura. La Paz, Bolivia. 158 p.