

Manual para la producción de grana cochinilla

Ing. José Luis Castillo Narvaes



GOBIERNO DEL
ESTADO DE MÉXICO



GENTE QUE TRABAJA Y LOGRA
enGRANDE



IICAPEM
Instituto de Investigación y
Capacitación Agropecuaria
Análisis y Fomento del Estado de México



GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

Manual para la Producción de Grana Cochinilla

Primera edición 2014
Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria,
Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX

DR © Gobierno del Estado de México
Secretaría de Desarrollo Agropecuario
Instituto de Investigación y
Capacitación Agropecuaria,
Acuícola y Forestal del
Estado de México-ICAMEX

Tel. (01 722) 2 32 26 46
icamexdg@edomex.gob.mx

www.edomex.gob.mx/icamex



Hecho e Impreso en México

No. de autorización CE:207/C/055/14

Queda prohibida la reproducción total o parcial de esta obra, *incluyendo las características técnicas, diseño de interiores y portada*, por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía, el tratamiento informático y la grabación, sin la autorización previa del Gobierno del Estado de México. Si usted desea hacer una reproducción parcial de esta obra sin fines de lucro, favor de contactar al Consejo Editorial de la Administración Pública Estatal.

La distribución de esta obra es gratuita.

Contenido

Presentación

3

Consideraciones generales de la producción de la grana cochinilla

5

Requerimientos ecológicos de la grana cochinilla

7

Tecnología del cultivo del nopal

9

Crianza de grana cochinilla

12

Selección de la penca

13

Introducción

4

Requerimientos ecológicos del nopal

5

Requerimientos para el establecimiento de una plantación de nopal

8

Mantenimiento de la nopalera

10

Corte y traslado de las pencas

13

Contenido...

Traslado y
acondicionamiento de las
pencas

14

14

Colgado de pencas

Recolección de granas
oviplenas

14

15

Infestación

Crecimiento y desarrollo de la
grana cochinilla

16

18

Desarrollo de la grana hembra

Cuidados de la grana
después de la infestación
hasta su cosecha

19

20

Cosecha de la grana

Sacrificio de las granas

21

21

Secado o Deshidratado

Análisis de laboratorio

22

22

Aplicaciones

Conclusiones

24

Presentación

En el Estado de México, el crecimiento demográfico representa un reto día por día, de ser más competitivos, dinámicos y eficientes para producir más y mejores alimentos, a través de mejores tecnologías que permitan incrementar la producción, cuidar los recursos y el medio ambiente, para mejorar el nivel socioeconómico de los productores agropecuarios.

Los trabajos de investigación y capacitación agropecuaria en el Estado de México se realizan, desde hace más de 60 años, dos actividades sustantivas para el desarrollo agropecuario: la investigación y la capacitación agropecuaria, logrando la generación de tecnologías exitosas que han adoptado un sinnúmero de productores de la entidad. Asimismo, han participado otros institutos de investigación y de educación de manera individual o coordinada, con el desarrollo de nuevas tecnologías, que también se han transferido a los productores agropecuarios.

Paradójicamente la continuidad a la difusión y transferencia de tecnología el ICAMEX pone a disposición de productores agropecuarios y público en general el folleto de "Manual para la producción de grana cochinilla" que permite transmitir conocimientos del cultivo, manejo y aprovechamiento de este extraordinario forraje. Este es uno de los trabajos de investigación, desarrollados en 2013 y 2014, con el fin de que se difundan para su uso y adaptación por productores agrícolas y pecuarios, con el propósito de que adopten nuevas tecnologías que les permitan mejorar la rentabilidad de sus actividades productivas, ser más competitivos a nivel nacional e internacional y solucionar la falta de forraje en el estiaje.

Introducción

El presente escrito fue elaborado especialmente como apoyo para el curso "Producción de Grana Cochinilla", que con motivo de la realización de la Reunión Nacional de la Red de Grana Cochinilla de la CACTUSNET FAO; nuestra asociación a organizado. En su contenido, se abordan de manera simple los aspectos prácticos, que a nuestro juicio, son los más importantes para lograr el éxito en la crianza de la grana cochinilla y para la obtención de su colorante.

Partiendo de nuestra propia experiencia a lo largo de más de seis años con la convivencia cotidiana con dos de los elementos prominentes de este proceso de producción, a saber; el insecto y el nopal, hemos logrado generar un cúmulo de experiencias que ahora queremos compartir a fin de que otros productores interesados en la producción del carmín encuentren ciertos elementos y puedan normar su criterio y tomar las decisiones más pertinentes.

Pero además de la grana y su capacidad de adaptación a ciertas condiciones específicas, y del nopal, hemos encontrado que cada proyecto que deba iniciarse debe contemplar las condiciones climáticas bajo las cuales se desarrollarán las granas. El entendimiento cabal de estos aspectos, creemos, repercute directamente en el rendimiento del proceso.

Finalmente deseamos que este modesto esfuerzo sea de utilidad práctica para cada vez un mayor número de productores que quieran incursionar en esta apasionante actividad.

Asociación Local de Productores Rurales "Grana Cochinilla",
Nopaltepec.

Consideraciones generales de la Producción de la Grana Cochinilla

Antes de entrar en materia, deseamos establecer la descripción general del proceso de la producción de la grana cochinilla y los aspectos más importantes esta actividad. Es necesario puntualizar que este proceso general comprende dos subprocesos:

- El cultivo del nopal y la obtención de material vegetativo para la infestación.
- La infestación de la grana sobre los nopales y su desarrollo.

En términos generales podemos decir que el desarrollo óptimo de las plantas de nopal aunado con el buen desarrollo de las granas sobre la planta entera o de las pencas separadas, da como resultado el rendimiento de grana plateada y del ácido carmínico. En otras palabras estamos manejando dos elementos biológicos; uno de los cuáles es un vegetal (el nopal) y un insecto (la grana del carmín) que por algún tiempo y en un espacio mantienen un tipo de relación biótica. Cada uno de los dos elementos para su desarrollo requieren de condiciones físicas específicas, que habrán de proporcionárselas por el hombre.

En el siguiente cuadro daremos algunos datos técnicos de estos dos elementos:

Cuadro 1. Clasificación taxonomica del nopal y de la grana cochinilla.

| NOPAL | GRANA COCHINILLA |
|--|---|
| Orden: Opuntiales | Clase: Insecta |
| Familia: Cactaceae | Orden: Homoptera |
| Género: Opuntia | Suborden: Sternorhyncha |
| Especies: <i>ficus, amiclea, indica, tomentosa, pilifera.</i> | Familia: Dactylopidae |
| | Subfamilia: Coccoidae |
| | Género: <i>Dactylopius</i> |
| | Especie: <i>coccus</i> (grana fina). |

Requerimientos ecológicos del nopal

Suelos

Dada su rusticidad, los nopales por lo general se desarrollan en suelos de diferente características, pero preferentemente los calcáreos de textura franca o franca-arenosa. No necesariamente requieren de suelos muy profundos pudiendo desarrollarse de manera normal en suelos delgados, pero que posean buen drenaje que permitan una rápida infiltración del agua.

El rango de pH óptimo se encuentra entre 6.0 a 8.5. Si hubiera alguna duda sobre si algún suelo es apto para la siembra del nopal, de forma práctica podríamos basarnos en dos criterios:

- 1) La observación de si el sitio se encuentra en una zona nopalera o si prosperan de manera silvestre algunos ejemplares de nopal nos dará un indicio que el suelo es apto.
- 2) En caso de que no se observe ningún indicativo de crecimiento de nopal, entonces un análisis mecánico y químico de suelos a partir de un perfil nos darían elementos para tomar alguna decisión. Si no hubiera posibilidades de hacerse los análisis de laboratorio, algún técnico en agronomía nos podría ayudar con un análisis cualitativo de campo, quien con algunos reactivos simples de encontrar y por medio del método "al tacto" de la textura, nos arrojarían datos del pH, contenido de materia orgánica, contenido de carbonatos y el tipo textural.

Precipitación pluvial

Es una creencia generalizada que las plantas cactáceas como el nopal no requieren de agua y que pueden plantarse en lugares con una marginal precipitación. Nada más alejado de la realidad. En realidad, las plantas de nopal sí requieren de agua como todos los vegetales, sólo que sus requerimientos son menores si lo comparamos con otros cultivos como el maíz, frijol, etc. Es cierto que hemos observado que en las zonas semidesérticas de nuestro país podemos encontrar a estas plantas desarrollándose óptimamente, no obstante, cuando hacemos una plantación de nopales con determinadas especificaciones técnicas (distancia entre plantas, distancia entre hileras de plantas, etc.) es necesario contar con una lámina de lluvia de 500 mm anuales. Con una cantidad menor de 400 mm podría ser necesario algunos riegos de auxilio a fin de obtener un material vegetativo suculento y bien desarrollado.

Un exceso de humedad en las raíces de las plantas causan pudriciones y la proliferación de agentes patógenos.

Temperatura

Para el establecimiento del nopal es importante considerar que las temperaturas medias anuales no sean inferiores de 10°C. Una temperatura inferior a los 9°C cuando hay brotes de crecimiento sobre las pencas, provoca por lo general quemaduras y el colapso de las pencas tiernas. Las heladas generalmente causan cuarteaduras en las pencas maduras y eventualmente rupturas de la epidermis de la penca.

Requerimientos ecológicos de la Grana Cochinilla

Ha sido del conocimiento de diversos productores que la grana cada vez es más “delicada” y que es susceptible a ser dañadas por cambios climáticos que antes cuando la producción se hacía “a cielo abierto” no se notaba. Tal vez lo anterior explique que la producción de grana tenga que hacerse bajo condiciones controladas (bajo invernadero). No contamos con elementos que nos permitan explicar las causas del aumento de susceptibilidad de los insectos ante las condiciones ambientales, pero lo que si hemos notado es que la grana requiere de condiciones ecológicas muy específicas para que su desarrollo sea óptimo. Nuestra opinión es que debemos seguir investigando el papel de la temperatura, la humedad relativa, el fotoperiodo y la concentración de oxígeno en el desarrollo de la grana. Actualmente tenemos claro que de todos los elementos antes citados es la temperatura que más afecta a las granas.

Temperatura

Para el desarrollo de la grana cochinilla se recomienda un rango de temperatura entre 20 y 30°C, ya que temperaturas mayores a los 35°C se ha visto que acortan el ciclo biológico pero se ha observado que el tamaño final del insecto puede disminuirse y el contenido de ácido carmínico es posible que sea menor.

Las temperaturas por debajo de los 10°C tienden a alargar el ciclo biológico y propician la enfermedad conocida como “chorreado” que puede acarrear como consecuencia la muerte de los insectos. Hemos observado que los sitios que albergan a las pencas infestadas que poseen buena ventilación durante las horas del día cuando la temperatura es alta en el ambiente, las granas alcanzan mayor tamaño que las que crecen en lugares calurosos y mal ventilados. Una buena conservación de la temperatura en las noches frías también es importante para asegurar la supervivencia de los insectos.

Bajo las condiciones de Nopaltepec no es posible producir granas a “cielo abierto” debido a que se presentan fenómenos meteorológicos como, heladas, granizadas, vientos relativamente fuertes y lluvias torrenciales que indudablemente afectan su desarrollo. Sin embargo, si contamos con un clima semicálido y seco y sin probabilidades de fenómenos nocivos, es posible intentar la producción a cielo abierto.

Recomendaciones para el establecimiento de una plantación de nopal.

En este apartado abordaremos aspectos básicos de la propagación del nopal y de la tecnología del cultivo.

Propagación del Nopal

La propagación del nopal tiene que ver con los métodos para obtener las plantas suficientes para establecer una plantación debidamente tecnificada. Existen distintas formas de propagación, las cuales podemos clasificar en sexual y asexual. La propagación sexual, la obtención de nuevas plantas se hace a partir de las semillas contenidas en los frutos (tunas) y la propagación asexual involucra la utilización de alguna estructura vegetativa de una planta madre que tenga la capacidad de desarrollarse en nuevas plántulas.

Propagación sexual

Técnicamente el nopal puede ser propagado a partir de sus semillas, siendo el método menos recomendable a nivel comercial debido a que presenta inconvenientes prácticos como una alta variabilidad en las plantas resultantes y sobre todo un tiempo muy largo de desarrollo (larga juvenilidad). Este método es más bien utilizado por los técnicos e investigadores para desarrollar nuevas líneas.

Propagación asexual

La propagación asexual consiste en la utilización de partes o fracciones de algunas partes vegetativas de las plantas del nopal para la multiplicación de los nopales. Mencionaremos a continuación algunos métodos:

a) Propagación por cladodios o raquetas completas.

Se considera lo más recomendable debido a la facilidad de enraizamiento, obteniéndose una planta por cada raqueta y se mantiene la estabilidad genética. Las raquetas son cortadas de una plantación madre previamente seleccionada por el desarrollo de los nopales y su sanidad.

b) Propagación de fracciones de raquetas.

Este método es semejante al anterior, solo que el cladodio o raqueta se fracciona en porciones regulares. Cada fracción una vez plantada en el suelo dará origen a una planta. De una raqueta es posible obtener hasta quince plantas de nopal.

c) Propagación por cultivo “in vitro” de tejidos.

Ofrece perspectivas a futuro y esto es mediante la obtención de material “fundación” que garantiza la calidad y sanidad del material a obtener. Por medio de este método, pequeñas porciones de material vegetativo son puestos en medios de crecimiento nutritivos y con adición de sustancias reguladoras del crecimiento hasta obtener pequeñas plántulas. De una planta de nopal con características deseables podemos obtener hasta millones de plantas por medio de la propagación in vitro.

Tecnología del cultivo del nopal

La tecnología del cultivo del nopal se refiere a las diferentes prácticas necesarias para obtener un material apto para el desarrollo de las granas. Estas labores o prácticas agronómicas comprenden dos fases: el establecimiento de la nopalera y el mantenimiento de la misma.

Preparación del terreno para el establecimiento de la nopalera

En el establecimiento de nopaleras para el abastecimiento de pencas o bien para la crianza directa del insecto en la plantación, es recomendable realizar una buena preparación del terreno. El objetivo es obtener un suelo con una capa arable suelta con capacidad de retener humedad, pero también con buen drenaje. Estas condiciones favorecerán un óptimo enraizado de las raquetas o de las fracciones. Un barbecho a una profundidad de 30 cm permitirá remover el suelo para facilitar el desarrollo de la raíces, el aireamiento del suelo y la disposición de elementos nutritivos a las plantas. Posteriormente se debe realizar un paso de rastra para desmenuzar los terrones y evitar tener partículas de suelo demasiado grandes y finalmente se recomienda la nivelación para evitar zonas de estancamiento del agua que puedan afectar a las plantas.

En terrenos no planos con pendiente y que no sea posible el paso del tractor, se recomienda cavar cepas de 40 x 40 x 40 cm que serán rellenadas con una mezcla de 2:1:1 de suelo franco, arena y materia orgánica bien descompuesta antes de hacer la plantación. También se recomienda para terrenos con inclinación plantarlos en curvas a nivel o en terrazas individuales.

Estos últimos comentarios significan que no necesariamente debemos tener terrenos planos para hacer una plantación de nopal para la grana, por el contrario, el aprovechamiento de suelos que no son muy rendidores para los cultivos básicos nos ofrece ventajas productivas incorporando terrenos a nuestra explotación.

Establecimiento de la nopalera

Antes de establecer en campo el material vegetativo, debemos verificar su sanidad y grado de deshidratación para evitar la diseminación de enfermedades que comúnmente se manifiestan como pudriciones. Las distancias a las que se colocarán las raquetas dependerá del vigor natural de las plantas de nopal. Plantas altas, con ramificaciones abiertas y con pencas grandes deben tener una separación de 1.5 a 2.5 m entre plantas y entre 1.0 a 2.0 entre hileras. Si las plantas son de menor vigor que los nopales de la región de Nopaltepec, las distancias pueden disminuirse.

Época de plantación

La época de plantación está determinada por la disponibilidad de material vegetativo en las huertas madres y también con la disponibilidad de humedad en el suelo. Cuando existe el riesgo de bajas temperaturas o heladas no debe intentarse la plantación.

Orientación de pencas

Para un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, es recomendable plantar pencas de tal manera que tengan una orientación de Este-Oeste, para que las raquetas reciban la mayor cantidad de luz en sus caras y de esta forma se produzca una mayor actividad fotosintética.

Mantenimiento de la nopalera

El mantenimiento de la nopalera consiste en una serie de prácticas que ayudan al buen desarrollo de las plantas.

Labores de cultivo

Siempre que sea posible, se recomienda aflojar el suelo mediante escardas para ayudar que el terreno almacene una mayor cantidad de humedad. Las escardas nos ayudan también a exponer algunas plagas de suelo que eventualmente pueden afectar a las plantas.

Control de malezas

En una nopalera recién establecida y durante su crecimiento posterior, es necesario mantenerla libre de plantas ajenas al cultivo. Esto se logra en principio con deshierbes manuales, aunque si permitimos que las malezas crezcan demasiado, el paso de una cultivadora o bien la aplicación de herbicidas, se hará imprescindible. Es sabido que las malezas compiten con las plantas de nopal por los nutrientes del suelo, la humedad, la luz y además pueden resultar hospederos para plagas y enfermedades.

Un buen control de malezas, hará más eficiente el riego la fertilización y será menor el costo del combate de plagas.

Fertilización

Es conveniente hacer incorporaciones de materia orgánica en forma de estiércol bien descompuesto y seco y de preferencia tratado con vapor de agua o algún desinfectante. La aplicación de lombricomposta mejorará la estructura del suelo y facilitará el crecimiento de las raíces. La utilización de fertilizantes químicos debe hacerse bajo la supervisión y asesoría de un agrónomo, quien en principio hará análisis de las características químicas a fin de plantear una adecuada fórmula general de fertilización.

Plagas y enfermedades del nopal

En el siguiente cuadro se mencionan las principales plagas y enfermedades del nopal.

| PLAGAS O PATOGENO | DAÑOS |
|---|--|
| Picudo barrenador <i>(Cactophagus spinolae Gyll)</i> | Los adultos se alimentan de los tejidos de los tallos o pencas más jóvenes. Las larvas al nacer se alimentan de los tejidos formando galerías en el interior de las plantas y en las partes afectadas se acumulan secreciones gomosas, como respuesta de la planta al daño. |
| Gusano blanco (<i>Lanifera cyclades Druce</i>) | Las larvas forman colonias sobre las pencas protegiéndose con una malla o tela de seda y penetran paulatinamente por toda la penca hasta llegar al eje principal de la planta afectando los tejidos leñosos y perforando la porción medular. |
| Gusano cebra (<i>Olycella nephelepsa</i>) | Proviene de un adulto que es una mariposa la cual pone sus huevecillos sobre las pencas, las larvas se desarrollan dentro de las raquetas formando abultamientos con aspecto de tumor. Su cuerpo está formado por anillos azulosos y negros. |
| Picudo de las espinas <i>(Cylindrocopturus biradiatus)</i> | Los huevecillos son depositados en la base de las espinas y entre junio y julio nacen las larvas que comienzan a alimentarse dando lugar a un escurrimiento que forma escamas y bandas de secreciones que pronto se endurecen. Las larvas causan desecamiento en la base de las espinas. |
| Chinchas (<i>Chelinidea labulata</i> y <i>Hesperolabops gelaslops</i>) | Tanto los adultos como las ninfas succionan la savia de la planta inyectando sustancias tóxicas, las pencas adquieren una coloración café oscura que al secarse se levantan y agrietan la superficie. |
| Grana silvestre (<i>Dactylopus indicus</i>) | Se desarrolla sobre las pencas succionando la savia y provocando una área clorótica. Ocasiona también el debilitamiento general de las plantas. |
| Mancha de oro | Se presenta en plantaciones abandonadas o en aquellas a las que no se les ha dado el cuidado adecuado. Se manifiesta por manchas de color amarillo. |
| Engrosamiento de la penca | Las pencas presentan malformaciones adquiriendo una forma tubular y puede traer como consecuencia un envejecimiento prematuro de las mismas. |
| Mancha café | Se presenta generalmente en épocas de lluvia, formándose manchas circulares u ovales de color café que finalmente cambian a negro. |

Cada una de la regiones donde se planta nopal tendrán sus propios problemas de plagas y enfermedades para los cuales su combate es necesario tomar medidas que eviten en los posible la utilización de productos químicos de manera indiscriminada.

Crianza de Grana Cochinilla

Una vez que contamos con plantas de nopal con adecuado crecimiento y con pencas de tamaño adecuado para ser infestadas estamos en condiciones de abordar la crianza de la grana cochinilla. Existen varios métodos dentro de los cuales se cuentan tres generales que son:

1). Infestación en plantas de nopal “a cielo abierto”.

Este método consiste en infestar las granas a punto de oviposición sobre las pencas del nopal y éstas se desarrollan en toda la planta. No se emplea ninguna protección de las granas.

2) Infestación de plantas bajo “tapexco”.

Después de la infestación de la granas se colocan bastidores de carrizo sobre las plantas y se cubren con “petates” o tapetes fabricados con hojas de palma. Este material permite una eficiente protección de las granas contra los factores ambientales adversos.

3) Infestación “a raqueta cortada” y bajo invernadero.

Este método es el utilizado por nosotros y consiste en cortar las raquetas o cladodios de una noplera y trasportarlos a una construcción cubierta que regula la temperatura. Las raquetas son colgadas en bastidores dentro del invernadero y sobre estas se infestan las granas. Estas tienen una mayor protección de la intemperie.



Nuestra nopalera

La forma de cultivo de grana cochinilla es por medio del cladodio (penca) cortado para proteger al insecto. Se tiene una huerta especial donde se lleva acabo la selección de la penca para infestar. La huerta cuenta con una superficie de 2,116.8 m², en esta; existen 21 hileras y 7596 nopales en total.



Corte y traslado de las pencas

El proceso de corte es llevado acabo de manera tradicional para lo cual se utiliza un cuchillo y una caja que se utiliza para transportar el cladodio; se realizan un corte en la parte inferior o coyuntura del cladodio y después se coloca en la caja, para su traslado a los invernaderos .

Selección de las pencas

Las pencas que se van a utilizar para la producción, no deben de estar muy maduras ni muy tiernas ya que la cochinilla no vive en estas pencas, la edad ideal es de 7 a 8 meses, por lo que requieren de una penca fresca y succulenta.



Tratamiento y acondicionamiento de pencas

Una vez escogidas y seleccionadas las pencas se lavan con agua para quitarles las espinas, suciedad, telarañas o cochinilla silvestre que pudieran tener. Por otra parte también pueden ser cepilladas en caso de no contar con un recipiente suficientemente grande para lavar varias pencas al mismo tiempo.



Colgado de pencas

Ya que las pencas están limpias se procede a colocar un gancho de alambre galvanizado en la parte inferior cerca de la coyuntura, para colgarlos e introducirlos dentro de un cobertizo ó invernadero para su infestación y protección.



Recolección de Granas oviplenas

La cochinilla que se utiliza para este cultivo es la grana fina, la cual debe de estar próxima a ovipositar. Se debe de cuidar en no confundirla con la cochinilla silvestre, que también crece en nopales donde se desarrolla la fina. A diferencia de la grana fina, la silvestre presenta en su cuerpo una cubierta algodonosa difícil de desprender, además tiene mayor adaptación a condiciones adversas tales como el frío, la lluvia y viento.

Infestación

La infestación consiste en colocar hembras de cochinilla adultas en condiciones de poner sus huevecillos sobre las pencas de la planta completa o de las raquetas para que las ninfas que saldrán de los huevos puedan ubicarse y mantenerse en esos sitios para alimentarse y completar su desarrollo. Esta operación se realiza esperando el período de madurez de las granas y cuando las raquetas han sido limpiadas y colgadas. Cualquier método que consiga mantener las hembras adultas sobre el material vegetativo durante el tiempo de oviposición será de utilidad.

Factores a considerar en la infestación de cochinilla

- * Disponibilidad del insecto vivo (hembras adultas maduras).
- * Factibilidad de transporte con las debidas precauciones.
- * Facilidad y eficiencia en la infestación, es decir homogeneidad en la planta.

La forma de cría de este insecto se ha modificado de acuerdo al clima, temperatura, presencia de depredadores, disponibilidad del hospedero y otros factores abióticos propios de esta región.

La forma de criar consiste en la construcción de invernaderos los cuales proporcionan factores que favorecen la producción de grana cochinilla en estos invernaderos se obtienen temperaturas mínimas 10°C y máximas de 35°C, y de fotoperiodo de 50:50 (%).

Infestación artificial

Es aquella mediada por el hombre, donde se emplean principalmente "nidos" de acuerdo a las diversas metodologías (Ricci, bolsita de tul, nido, penca al pie, paño de algodón, raleó de cochinilla, penca infestadora, bandeja con malla milimétrica, etc.)

Métodos de infestación

Primero. Después de que los cladodios son limpiados, se prosigue a la infestación utilizando el siguiente método: Bolsa de tul (método peruano). Se emplean cochinillas madre, las cuales se introduce en las bolsas de tul (aproximadamente 6 X 6 cm de lado) para luego ser fijadas en las plantas con ayuda de espinas u otro material no metálico para evitar pudrición en la penca. La ubicación de las bolsas debe ser en el tercio medio de la planta por la tendencia de migración ascendente de las crías en busca de pencas, que son las preferida para su establecimiento. Deben hacer grupos de 15 a 20 cochinillas madres por cada bolsa.



Segundo. Otro método de infestación utilizado es el de cernir a las crías por medio de una malla en los cladodios ya limpios y acomodados en hileras, después de infestar se tiene que esperar un periodo de tiempo de 2-3 hrs para que las crías se dispersen en todo el nopal y sujeten del nopal para así comenzar su desarrollo, posteriormente los cladodios son colgados.



Crecimiento y desarrollo de la Grana Cochinilla

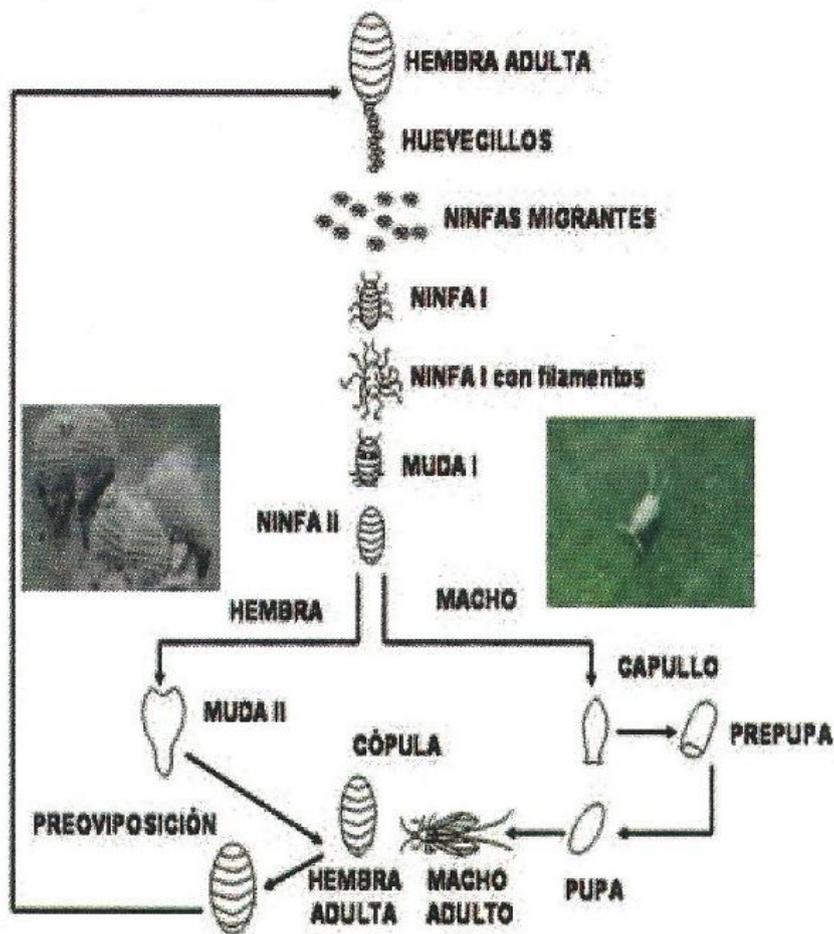
Después de la infestación, al paso de los días y de acuerdo a las condiciones ambientales, las granas sufrirán una serie de cambios de forma. Se dice técnicamente que la grana cochinilla sufren metamorfosis o cambios fácilmente distinguibles antes de llegar a ser adultos. Por otro lado, podemos también observar que existen diferencias entre las granas "hembras" y las granas "machos". Siendo éstos últimos muy importantes para la fecundación de las hembras

pero no para la obtención del colorante. Los machos son pequeños y alados, mientras que las hembras son ovaladas, llenas y sin alas. Los diferentes etapas de crecimiento y desarrollo de las granas que se observan después de la infestación son llamadas "estadios" y el conjunto de estadios se conoce como ciclo biológico. Un ciclo de la grana se considera que va desde el estadio de adulto a adulto, pasando por las siguientes etapas:

1) **Macho:** Adulto- Huevo- Ninfa I- Ninfa II- Capullo- Prepupa- Pupa -Macho adulto.

2) **Hembra:** Adulto- Huevo- Ninfa I- Ninfa II- Hembra adulto.

En el siguiente esquema se expone sencillamente la secuencia de etapas del ciclo biológico de la grana cochinilla.



El macho y la hembra son semejantes tanto en el estado de huevo como de ninfa I y ninfa II, a partir de este periodo comienzan a diferenciarse los dos sexos. En el caso de los machos, la ninfa II forma un cocón en cuyo interior muda dando lugar a una prepupa que después llega a ser una pupa, de la que finalmente emerge el adulto. En el caso de la hembra, la ninfa II muda para convertirse en adulto.

El ciclo biológico de la grana macho es más corto que el de la hembra, siendo de 50 a 65 días contra 90 a 120 días para las hembras, según sean las condiciones ambientales. Es importante mencionar, que si bien el papel de los machos es muy importante en la fecundación de las hembras, finalmente son las granas hembras las que se aprovecharán de dos maneras:

- a) Como granas hembras ovipositantes o granas de infestación ("Pie de cría").
- b) Como grana deshidratada en cuyos cuerpos se encuentra el ácido carmínico.

Desarrollo de la Grana Hembra

HUEVO: Inicialmente es depositado uno por uno, pero posteriormente la oviposición es continua y los huevos quedan unidos formando una serie en forma de cadena. Eclosionan a partir de los 10 a 15 minutos, pudiendo observarse el movimiento de la ninfa a través de la epidermis del nopal.

NINFA I: Presenta una fase de migrantes y una de fijación al cladodio. A los pocos minutos de la eclosión, el cuerpo, incluyendo sus apéndices, se cubren de una cera blanca pulverulenta. La ninfa recién emergida, permanece por unos minutos sobre el cuerpo de la madre y en las siguientes horas busca un sitio sobre la raqueta para fijarse. La fijación se produce cuando la ninfa introduce sus estiletes para succionar los jugos de la planta. En lo sucesivo se mantendrá en ese lugar hasta completar su desarrollo. Este estadio puede durar de 20 a 25 días.

NINFA II: Generalmente permanece fija en la penca, aunque algunas veces llega a cambiar de lugar, en tal caso se interrumpe su desarrollo debido a que al cambiar de sitio su aparato bucal solo se introduce a la penca de manera parcial. La ninfa II sufre una muda (segunda) que posteriormente dará origen a la hembra en estado adulto. En esta forma el insecto permanece se 13 a 18 días.

HEMBRA ADULTO: A las pocas horas de la muda, la grana se cubre de un polvo ceroso. La cópula se realiza pocos días después, incrementándose notablemente el volumen del insecto. Pasado un periodo de 30 a 38 días comienza la oviposición, que dura de 28 a 50 días. Pasados de 10 a 20 días después de la oviposición el insecto muere. En total las hembras viven de 102 a 181 días desde su estado de huevo hasta su muerte, pero cuando no se aparean, solo viven unos 103 días.

Cuidados de la Grana después de la infestación hasta su cosecha

El periodo de tiempo que transcurre desde la infestación hasta la cosecha de las granas hembras maduras es cuando se deben cuidar de manera detallada el desarrollo de las granas ya que de esto depende la cantidad y la calidad de la cosecha. En este periodo deben prevalecer condiciones estables de temperatura, humedad y ventilación a fin de que los insectos se desarrollen adecuadamente. Es importante tomar nota del tiempo que toman los cambios de estado de los insectos y de tener una buena densidad de población sobre las pencas.

Pero no solo las condiciones ambientales son las que determinan el buen desarrollo de las granas, sino que también existen otros organismos que pueden atacar a éstas. El cuadro siguiente nos muestra una lista de enemigos naturales de la grana cochinilla:

Cuadro 3. Plagas y Enfermedades de la grana cochinilla.

| PLAGAS | |
|--|--|
| PLAGA | DAÑO |
| Gusano telero (<i>Laelia coccidivora</i>) | Se caracteriza por formar una tela donde atrapa a otros insectos incluyendo a la grana cochinilla. |
| Gusano aguja (<i>Leucopis bellula</i>) | Por su tamaño y forma se asemeja a una aguja. |
| Gusano tambor (<i>Hiperaspis spp.</i>) | Es de color amarillo con puntos negros y es de mayor diámetro que los anteriores. |
| Grana sivestre o corriente (<i>Dactylopius spp.</i>) | No ataca directamente a la grana "fina", pero compete por el espacio y los nutrientes de las pencas. Estas granas tienen menor rendimiento de colorante que las granas finas. Sus aglomeraciones pueden desplazar a las granas finas o hacer disminuir su desarrollo y contamina el producto final. La diferencia más evidente entre la grana sivestre y la grana fina es que la primera tiene una protección blanca algodonosa, mientras que la segunda su protección de también de color blanco, pero de apariencia polvosa. |
| ENFERMEDADES | |
| Diarrea o "Chorro" | Se caracteriza por una secreción acuosa, amarillenta en la región anal del insecto, llegando a ocasionar su muerte al reducir al insecto en una cascarrilla. |
| Chamusco | Mata a las granas dejándolas ennegrecidas. |

El control de las plagas se debe realizar totalmente manualmente ya que la aplicación de cualquier sustancia afectará a las granas. En este periodo la utilización de mano de obra es imprescindible y los trabajadores deben estar capacitados para identificar a los enemigos naturales y para realizar su control.

Cosecha de la Grana

Una vez que la cochinilla llega a su estado adulto se procede a cosecharla dejando algunas para que se reinfeste nuevamente la penca si así se desea. La cochinilla tarda en completar su ciclo aproximadamente de 90 a 120 días, esto dependiendo de la temperatura; si es frío se alarga el ciclo y si hace calor se acorta.

Se entiende como el desprendimiento del insecto de nopal después de haber terminado su desarrollo es decir, después de haber concluido su ciclo biológico.

Método de cosecha

La grana es cosechada por medio de la técnica que se describirá a continuación:

Es por medio de una brocha de pelo de camello, a la hora de cosechar la brocha debe estar en una posición inclinada al nopal, para así no lastimar a la grana, con esta técnica se puede cosechar grana grande y pequeña.

Posteriormente se prosigue a seleccionar la grana por tamaños y facilitar el manejo en la obtención de los diferentes grados de calidad.



En México se distinguen dos procedimientos de manejo postcosecha de la grana: uno es la muerte o sacrificio y otra es el secado o deshidratado.

Sacrificio de las Granas

Los métodos empleados para sacrificar la cochinilla son:

1. Inmersión en agua recién hervida durante 1.5 a 2.5 minutos.
2. Aplicación de vapor de agua.
La cochinilla se coloca en una caja con base de malla milimétrica. Esta caja se coloca en un recipiente con agua hirviendo.
3. Por congelación, se somete la cochinilla a temperaturas de 0° C (en etapa experimental).
4. Aspersión con hexano (100% de pureza). Se cubre la cochinilla de manera que los gases de hexano provoquen la muerte por asfixia. Este método es muy empleado pues, dada la gran volatilidad del hexano no deja residuo en la cochinilla sacrificada.
5. Por asfixia, se introduce un volumen no mayor de 25 libras (12 kg.) de cochinilla viva en una bolsa de ixtle; se amarra la parte superior de la bolsa al ras del contenido y se introduce en una bolsa de plástico, cerrando lo más herméticamente posible. Finalmente se expone al sol durante tres horas, si no hay sol se utiliza una estufa a una temperatura máxima de 38° C por aproximadamente tres horas.

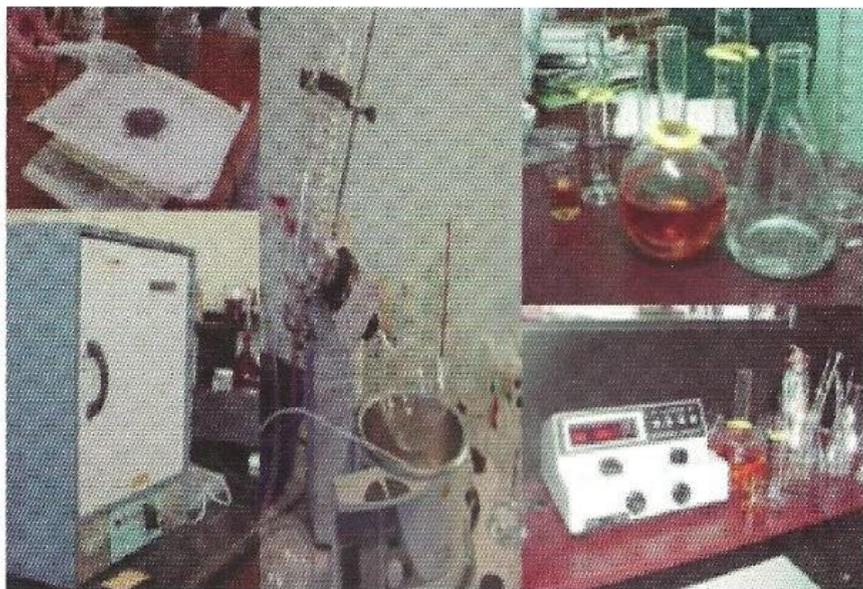
También existen otros métodos para sacrificar la cochinilla como, sofocar en ollas de barro o con ceniza caliente o sumergir en agua caliente.

Secado o Deshidratado

Para secar la cochinilla se utilizan secadores solares, estufas con focos, sol directo o también pueden dejarse secar a la sombra, en este último caso se deberá cuidar que el sitio donde se coloque la cochinilla debe de estar completamente seco. Una vez obtenida la grana deshidratada, ésta tiene una apariencia brillante por lo que se dice que es la "grana plateada".

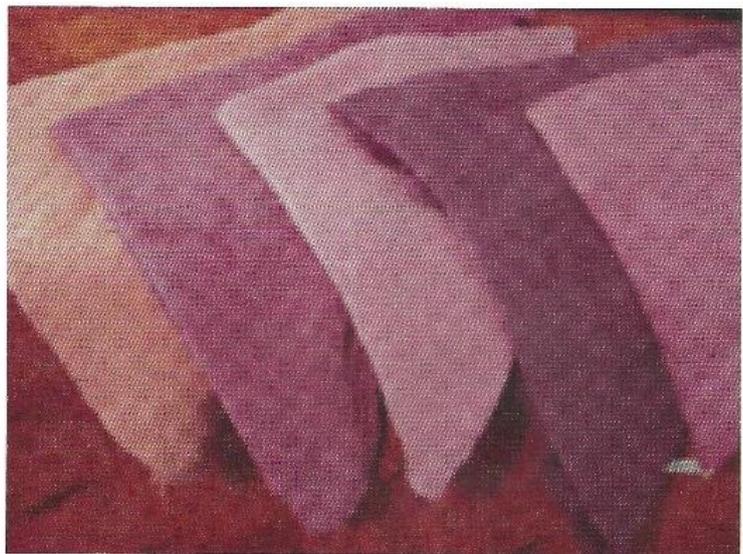
Análisis de laboratorio

En nuestra asociación es de rutina hacer el análisis de la humedad y también del contenido de ácido carmínico, entre otros análisis. El primer análisis es de tipo gravimétrico y se hace con la ayuda de una estufa y el segundo es un análisis cuantitativo instrumental con un espectrofotómetro UV-Visible. La producción de grana comúnmente tiene un contenido de ácido carmínico entre 18-22 % y continuamos experimentando para obtener una mejor calidad.



Aplicaciones

A manera experimental hemos intentado hacer algunas aplicaciones de los extractos de la grana cochinilla y hemos obtenido algunos productos como, pasteles, yogurth, geles, prendas teñidas, shampoos, cremas faciales, etc.



Conclusiones

La producción de grana cochinilla exige un detallado conocimiento tanto del nopal como de la grana, sus enemigos naturales, las condiciones climatológicas y sobre todo de un sentido agudo de observación. Es necesario continuar haciendo investigación aplicada basándonos en nuestras experiencias prácticas y lograr producir una cantidad considerable de grana para que sea posible su comercialización y su industrialización.

El abatimiento de los costos de producción es uno de los objetivos a alcanzar en los próximos años ya que actualmente nuestros costos de producción no son competitivos a nivel internacional.

La elaboración de extractos y su utilización en aplicaciones ofrece una buena alternativa para los pequeños volúmenes que actualmente se producen ya que los productos tienen una buena aceptación por parte de los consumidores.

Un campo
Mexiquense
más productivo