



**SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD, INOCUIDAD Y CALIDAD
AGROALIMENTARIA**

DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

DIRECCIÓN DE PROTECCIÓN FITOSANITARIA

**MANUAL OPERATIVO DE LA CAMPAÑA CONTRA LA LANGOSTA
(*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker 1870).**

Autorizó
El Director General de Sanidad Vegetal

Ing. Francisco Ramírez y Ramírez

Validó
El Director de Protección Fitosanitaria

M.C. Pedro Carranza Vázquez

Supervisó
El Subdirector de Campañas

Ing. Jesús García Feria

El Jefe de Departamento de Campañas de Importancia Económica

Ing. José Fabián Zilch Rivadeneyra

Actualizó

Elvira García Lucas
Ing. Elvira García Lucas

Fecha: Junio de 2019

INDICE

1. INTRODUCCIÓN**2. OBJETIVOS**

- 2.1 Objetivo específico
- 2.2 Objetivos generales

3. DEFINICIONES**4. BIOLOGÍA DE LA LANGOSTA (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker 1870) Y SU IMPORTANCIA COMO PLAGA.**

- 4.1 Clasificación taxonómica
- 4.2 Distribución geográfica en México
- 4.3 Características morfológicas
- 4.4 Ciclo biológico
- 4.5 Hábitos
- 4.6 Teoría de fases
- 4.7 Proceso de formación de mangas

5. MEDIDAS FITOSANITARIAS CONTRA LA LANGOSTA

- 5.1 Prospección acridiana
- 5.2 Exploración
- 5.3 Muestreo
- 5.4 Medidas de control de la langosta
- 5.5 Capacitación
- 5.6 Divulgación
- 5.7 Registro de información de seguimiento y análisis
- 5.8 Supervisión
- 5.9 Informes
- 5.10 Evaluación

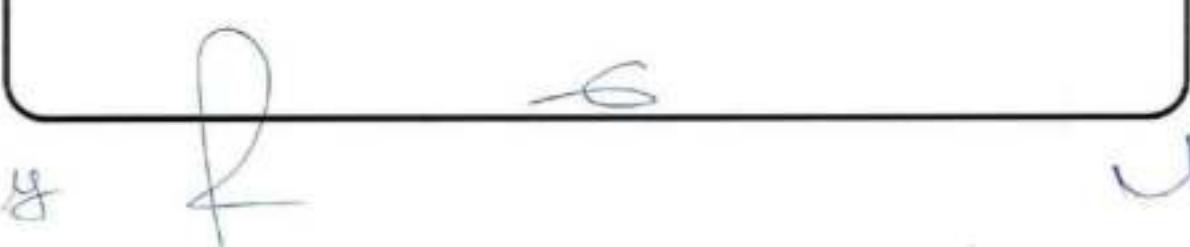
6. FUNCIONES DEL PERSONAL**7. BIBLIOGRAFÍA****8. ANEXOS**

1. INTRODUCCIÓN

La langosta (*Schistocerca piceifrons piceifrons*, Walker 1870) es una plaga de importancia económica presente en México que está bajo control oficial, es considerada de alta peligrosidad para la producción agrícola, debido a que durante siglos México ha estado sujeto a fuertes infestaciones de langosta, la cual, se caracteriza por largos períodos de recesión con el resurgimiento de la misma por varios años consecutivos. Fuertes brotes se presentaron de 1939-1954, 1959, 1974-1979, 1988-1990, 1996, 1999-2000, 2002-2004, 2006-2007. Esta plaga puede dañar hasta 400 especies vegetales, formar mangas que consumen en 24 horas 2 veces su peso, tiene un alto potencial reproductivo y una gran capacidad de dispersión, siendo en estado adulto en la fase de gregarización (mangas) donde puede desplazarse a grandes distancias en poco tiempo (20 kilómetros por hora). Los principales cultivos afectados son: básicos (maíz, frijol, chile, tomate y cacahuate), industriales (soya, caña de azúcar y especies forestales), frutales (cítricos, plátano y coco), así como pastizales. Actualmente la langosta se encuentra presente en los estados de Campeche, Chiapas, Hidalgo, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán.

Con el fin de mantener una baja densidad poblacional de la plaga, reducir el riesgo de la formación de mangas, invasión y daños a los cultivos agrícolas, el Gobierno Federal y los Gobiernos Estatales, por medio de los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal, conjuntan esfuerzos para llevar a cabo el manejo integrado de la plaga.

La actualización del presente Manual tiene como fin contextualizar los nuevos conocimientos del control de la langosta, a fin de que el personal de los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal, responsables de realizar las acciones de la campaña contra la langosta, en los Estados con presencia, así como en cualquier otro que se vea afectado por la langosta, los tengan como base de referencia para implementar las medidas fitosanitarias para el control oportuno de la langosta y mantener las poblaciones del insecto en densidades que no causen daño a los cultivos agrícolas.



2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Establecer las medidas fitosanitarias para el control de la langosta, que permitan reducir los niveles de infestación y el riesgo de daño en zonas de interés agrícola, con la finalidad de evitar el impacto económico perjudicial a los productores en los Estados donde se tenga presencia de la plaga.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar las acciones fitosanitarias de la campaña contra langosta a implementarse en las zonas bajo control para prevenir y/o reducir la infestación.
- Detectar oportunamente la presencia de la langosta para implementar las medidas preventivas y reducir las densidades poblacionales de la plaga a fin proteger las zonas de interés agrícola y las áreas potenciales de su establecimiento.
- Prevenir la formación de mangas para reducir el riesgo de invasión y daño económico en áreas agrícolas sin presencia de la plaga.
- Fomentar el uso de alternativas de control de la langosta tendientes a preservar el medio ambiente.



3. Definiciones

Adulto: Imago cuyos órganos reproductores son funcionales. Estado volador o estado maduro de la langosta.

Área gregarígena: Sitio donde se opera la transformación física en el sentido = solitaria-transiens, congregans-gregaria.

Bando: Agrupamiento de ninjas de color oscuro con rojo, con desplazamiento en dirección definida, formada por individuos gregarios que pueden cubrir desde unos metros a varios kilómetros cuadrados.

Ciclo biológico: Etapas por las que pasa un organismo desde que "nace" hasta que "procrea" otro nuevo individuo y muere.

Cromatismo: Coloración que tiene un ejemplar o una población de langosta. Los colores dominantes determinan el cromatismo a señalar y va a depender de la fase en que se encuentren, ya sean solitarias o gregarias.

Densidad: Número de individuos de langosta (alados o saltones) por unidad de superficie.

Densidad crítica: Ésta no es una cifra absoluta, varía en función de factores como la estructura de la vegetación, el nivel de actividad, la edad de los individuos, el estado fisiológico y el grado de gregarismo de los individuos.

Densación: Fenómeno de crecimiento de la densidad de población.

Estadio: Cada una de las etapas por las que pasa un insecto durante su ciclo biológico.

Gregarripta: Especie con aptitudes para gregarizar.

Gregarización: Agrupación de individuos por inmigración o multiplicación en áreas delimitadas, formando bandos o mangas.

Imagen: Volador joven cuyos órganos sexuales son inmaduros.

Langosta solitaria: Individuos dispersos en grandes áreas, sin movimiento definido, con baja actividad, poco voraces, con dimorfismo sexual y ninjas de color verde.

Langosta transiens: Evolución de la fase solitaria a gregaría o viceversa; los saltones con diferentes colores: verde manchado, amarillento, amarillo o rosa.

Langosta gregaría: Individuos siempre agrupados en pequeñas o medianas áreas, muy activos, con movimiento definido, muy voraces, se desplazan en mangas y/o bandas, sin dimorfismo sexual y saltones negros con rojo.

Manga: Conjunto o agrupación de langosta gregaría en estado adulto volador, capaz de desplazarse a grandes distancias, muy voraz y activa.

Manchones: Agrupación de langosta (adulto o ninfa) proveniente de individuos solitarios dispersos, debido a la acción de factores diversos como quema, inundación, sequía prolongada o pastoreo.

Morfometría: Relativo a las medidas de las diferentes partes del cuerpo del insecto y de las relaciones entre ellas. Ejemplo: longitud de la tegmina (élitro) (E), longitud del fémur posterior (F), ancho máximo de la cabeza (C), relación élitro-fémur (E/F) y la relación fémur-cabeza (F/C).

Ninfa: Estado inmaduro de la langosta, semejante al adulto pero sin alas o con primordios alares y no es fértil.

Saltón: Estado inmaduro de langosta denominado ninfa, recién emergida del huevecillo y sin alas.

4. BIOLOGÍA DE LA LANGOSTA Y SU IMPORTANCIA COMO PLAGA

4.1. Clasificación taxonómica

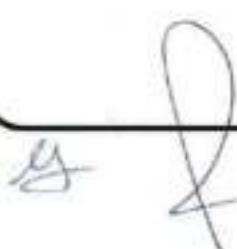
La langosta es un insecto que pertenece al orden Orthoptera, a la Superfamilia Acridoidea, Familia Acrididae, subfamilia Cyrtacanthacridinae, Género *Schistocerca*, especie *Schistocerca piceifrons*, subespecie *piceifrons*.

4.2. Distribución geográfica en México

La langosta se encuentra distribuida desde el Sureste de la República Mexicana (Chiapas, Campeche, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán) hasta los Estados de la Vertiente del Golfo de México (Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz) y del Pacífico (Oaxaca, Guerrero, Colima, Jalisco, Nayarit y Michoacán), sin embargo, las primeras dos zonas son las que representan mayor importancia, debido a que ahí se ubican las principales zonas gregarigenas.



Gráfico 1. Distribución geográfica de la langosta (*Schistocerca piceifrons piceifrons*)

4.3. Descripción morfológica

En México se presentan varias especies del género *Schistocerca*, las más comunes son: *S. piceifrons piceifrons*, *S. pallens* y *S. nitens*, de las cuales, solo la primera tiene aptitudes para gregarizar y ser más abundante, razón por la cual, es más dañina a los cultivos, por lo que es importante diferenciarla de *S. pallens* y *S. nitens*, conocer su biología y ecología.

En el anexo 1 se describen las características de estas últimas para que el personal técnico identifique las especies de langosta más comunes en nuestro país.

4.3.1. Características morfológicas de *S. piceifrons piceifrons*

Esta especie es la única del género que presenta un polimorfismo fásico (solitaria y gregaría), es decir, cambio de forma en sus distintas fases. En la forma solitaria se manifiesta un gran dimorfismo sexual, el macho es más pequeño en proporción a la hembra; en cambio en la forma gregaría, ambos sexos son casi iguales, siendo una especie bivoltina, es decir, con capacidad de reproducir dos generaciones al año.

Es una especie gregaríapta, es decir, con la capacidad de gregarizar, en función de las condiciones ecológicas del medio ambiente. Se ha identificado que la presencia de sequías, inundaciones e incendios en su hábitat puede generar una rápida gregarización en tan solo 4 horas, en donde la actividad general y la atracción hacia otras langostas cambian al mismo ritmo, principalmente por la generación de la serotonina, la cual provoca cambios tanto en la atracción como en la locomoción.

La langosta centroamericana presenta tres estados de desarrollo biológico: huevo, ninfa y adulto, a continuación se describe cada uno:

4.3.2 Huevo

- Tienen forma alargada, levemente arqueados (semejante a un grano de arroz), de una longitud de 5-8 mm y un diámetro de 1.5 a 2 mm (Figura 1).
- Recién puestos son de color amarillo, pero este color oscurece con la edad hasta ponerse de un tono pardo claro al momento de la eclosión.



Figura 1. Hembra de *S. piceifrons piceifrons* con masa de huevecillos.

- Son ovipositados dentro del suelo, envueltos en una capa de materia espumosa denominada falsa ooteca cilíndrica (Figura 2), en un número que varía de 80 a 150.

H *L* *C* *J*

con una media de 90, mismas que son depositadas en sentido vertical terminando en un tapón esponjoso que se endurece con el aire. Esta sustancia espumosa protege a los huevos, permite al mismo tiempo su respiración y constituye una vía natural de salida de las ninfas recién eclosionadas.



Figura 2. Falsas ootecas de *S. piceifrons piceifrons*. A) Tapón esponjoso, B) Falsa ooteca.

4.3.3 Ninfa

- Son semejantes a los adultos en apariencia, pero carecen de alas y tegminas por lo que no pueden volar, desplazándose mediante saltos, razón por la cual también se les conoce como saltón.
- Presenta metamorfosis paurometábolia, lo que significa que en su transformación a la etapa adulta presenta cambios escasos o pequeños desde la eclosión del huevo; es decir, no experimentan cambios abruptos para llegar a la etapa adulta, principalmente presentan un desarrollo progresivo de sus alas durante su desarrollo.
- Los órganos sexuales no están desarrollados aún y el cromatismo varía de acuerdo al estado fásico del insecto. Las ninfas gregarias presentan manchas negras sobre un fondo amarillo o rosado, mientras que las solitarias son de color verde (Figura 3).



Figura 3. Ninfas de *Schistocerca piceifrons piceifrons*.

Y J

G

J

4.3.4 Adulto

- Los adultos miden aproximadamente 65 mm de longitud y pesan alrededor de 2 gramos.
- En la fase solitaria la hembra es más grande que el macho, disminuyendo este dimorfismo sexual a medida que van transformando hacia la fase gregaria.
- Los ojos compuestos son estriados bien visibles en la fase solitaria; y no se perciben en la forma gregaria, tanto en las ninfas como en el adulto, por ser totalmente negros (Figura 4 A).
- Presenta una franja sub-ocular de color café oscuro y de forma triangular bien marcada cubriendo parte de la gena, tanto en los adultos como en las ninfas (Figura 4 B).
- Presenta una franja blanca desde el occipucio recorriendo el pronoto, prolongándose hasta el extremo del élitro (Figura 4 C).
- El tubérculo prosternal es vertical y pubescente en la fase solitaria, los saltones son verdes y en la gregaria de color rosado con una gran cantidad de manchas negras.
- Presenta una línea negra sobre el borde de la carina superior externa del fémur posterior (Figura 4 D).
- La ranura de la placa subgenital masculina, es en forma de una "V" y es diferente a otras especies.
- Las tegminas presentan manchas bien definidas (Figura 4 E).

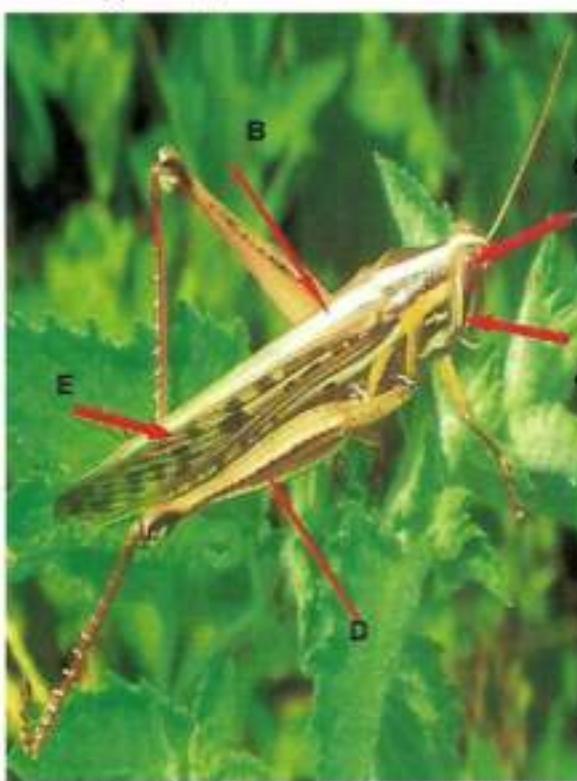
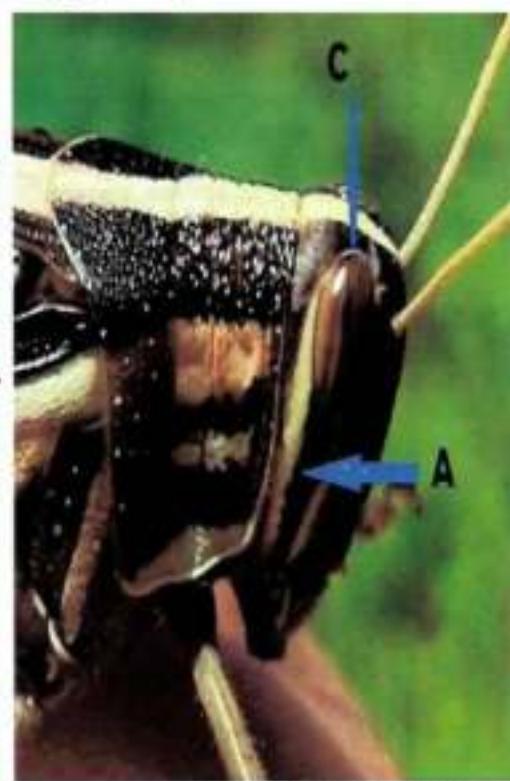


Figura 4. Adulto de *S. pilosifrons*. A) Mancha triangular subocular, B) Franja blanca en occipucio, pronoto y tegminas, C) Ojos estriados, D) Línea sobre el borde de la carina superior externa del fémur posterior, E) Tegminas con manchas bien definidas.



Acercamiento de Figura 4. A) Mancha triangular subocular y C) Ojos estriados.

AS
JL
6
J

- Durante la época de reproducción los individuos gregarios adquieren un color amarillo brillante.
- Los adultos solitarios se caracterizan por poseer una alta cresta sobre el pronoto, en tanto que en la fase gregaria no hay cresta.
- El ovipositor está compuesto por tres pares de válvulas dorsales y ventrales esclerotizadas que permiten a la hembra horadar la tierra mediante movimientos laterales a fin de introducir la extremidad abdominal y depositar los huevecillos. En el caso de los machos, se encuentra provisto de un edeago, localizado en el extremo superior (Figura 5).



Figura 5. Aparato reproductor de *S. picelfrons picelfrons*.

- El adulto tiene la capacidad de transitar a la diapausa imaginal, para continuar con el desarrollo sexual, cuando las condiciones ambientales le son menos desfavorables, principalmente por la falta de humedad.
- Longitud de la antena, especialmente en machos, más corta o del mismo tamaño que la longitud de la cabeza y el pronoto.

4.4. Ciclo biológico

Es una especie bivoltina, es decir, puede presentar dos generaciones al año, a continuación se presentan las características de cada una (Figura 9).

4.4.1. Primera generación (Figura 6)

- El primer periodo de cópula inicia en abril y finaliza hasta julio, lo cual, va de acuerdo al inicio del periodo de lluvias. La duración de la cópula es de 45 minutos hasta 7 horas y media.
- La oviposición inicia en mayo y termina en julio, durando de 15 minutos a una hora. El número de posturas por hembra varía entre 1 a 4.
- El periodo de saltones se inicia en mayo, dando fin en julio.

18 19 20 21

- El número de mudas que presenta la langosta varía de 5 a 7, generalmente presentándose hasta la 6, con una duración entre 51 y 89 días con una media de 60, aproximadamente 10 días por muda.
- Los adultos se presentan durante los meses de agosto - septiembre.

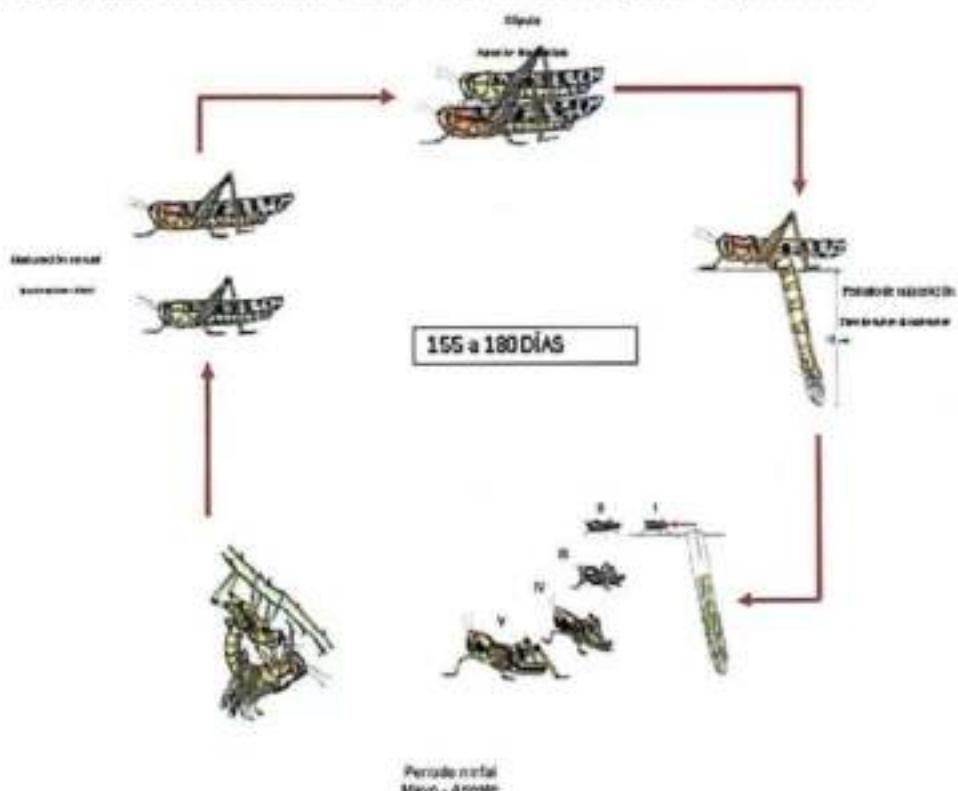


Figura 6. Ciclo biológico de *S. piceifrons piceifrons* (primera generación)

4.4.2. Segunda generación (Figura 7)

- El segundo periodo de cópula inicia a finales de agosto y concluye en septiembre.
- El periodo de la oviposición va de septiembre a octubre. La muerte del adulto se produce aproximadamente a los 22 días posteriores.
- El periodo de saltos inicia a fines de septiembre y se prolonga hasta principios de noviembre, siendo octubre el de mayor incidencia.

M A G G I

- Los adultos se presentan de noviembre a abril, ya que entran a diapausa imaginaria, debido a la falta de humedad, condiciones desfavorables para continuar con el desarrollo sexual.
 - Esta generación tarda aproximadamente 155 días.

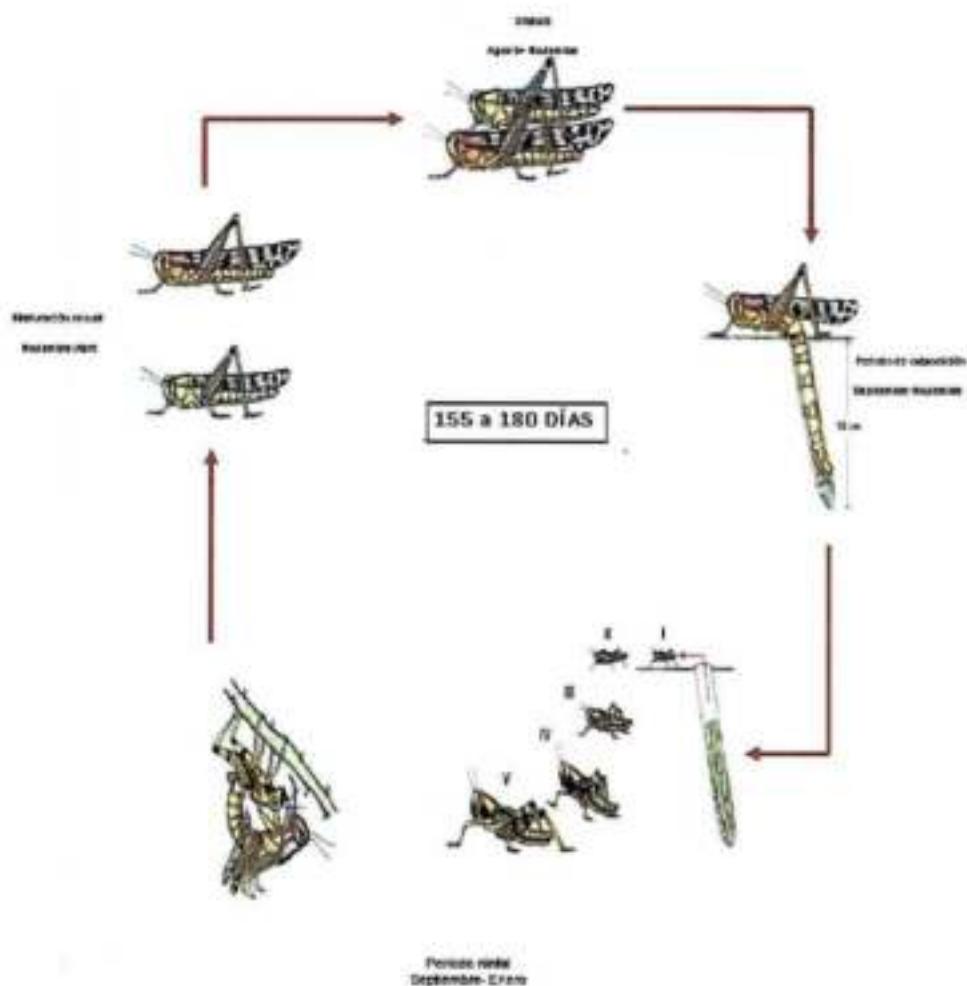


Figura 7. Ciclo biológico de *S. piceifrons piceifrons* (segunda generación).

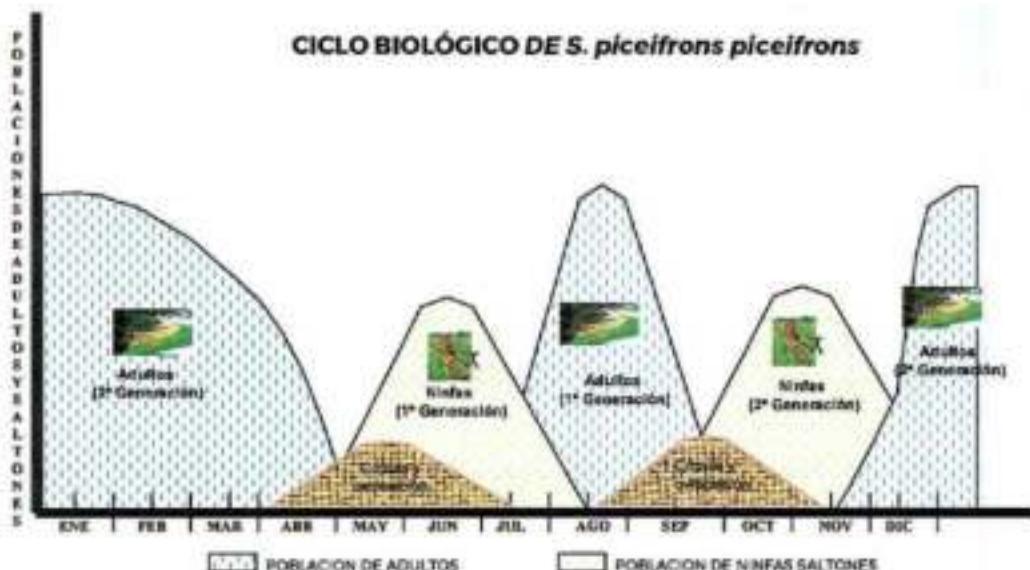


Figura 8. La biología que presenta *S. piceifrons piceifrons* en México.

4.5. Hábitos

- La mayor altitud en la que se detecta la plaga es a 860 msnm.
- Prefieren suelos arenoso-arcillosos, cuyo pH sea neutro [7].
- La vegetación de su hábitat está constituido por matorrales en mosaico: pastos mezclados con malezas.
- Su distribución depende de la vegetación, por lo que si la vegetación es uniforme, las langostas permanecen dispersas, sin embargo, si se presentan ciertos islotes en mosaico, se acumulan, debido a la formación de un microclima favorable.
- Las condiciones climáticas actúan en la madurez sexual de estos insectos, factor que propicia que durante la época seca se produzca la diapausa imaginal.
- Las cópulas presentan las siguientes características:
 - a) Inician con las lluvias, y se generalizan a medida que éstas se van intensificando.
 - b) Se efectúan en lugares desnudos (caminos, vereda, terrenos quemados desprovistos de vegetación).
 - c) Ocurren sobre el suelo preferencialmente y rara vez sobre las plantas.
 - d) Se pueden efectuar tanto de día como de noche.
 - e) Se efectúan por poblaciones, es decir, toda la población de una manga a la vez.

(Handwritten signatures/initials)

4.6. Teoría de fases

La langosta presenta dos estados extremos llamados fases: la gregaria y la solitaria. En la fase solitaria los insectos se encuentran aisladamente y viven como los saltamontes comunes, durante la fase gregaria los insectos permanecen juntos y forman mangas o bandos.

Los estados intermedios son conocidos como transiens congregans, si están pasando de la fase solitaria a la gregaria y transiens disocians, si están pasando de la fase gregaria a la solitaria.

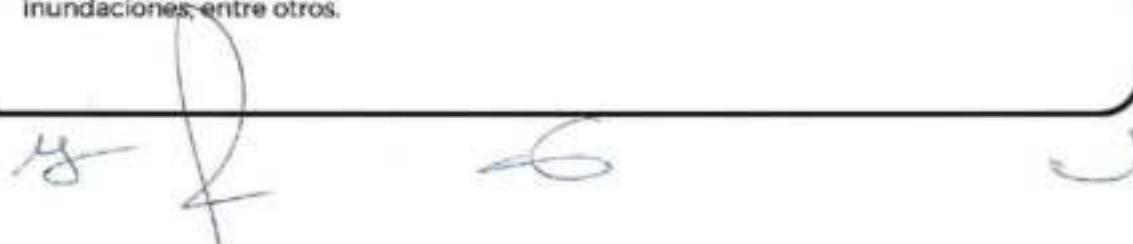
La transformación de una fase a otra requiere de más de una generación para poder ser completada y es reversible. El principal factor que provoca este mecanismo es la densación, es decir, una vez que la densidad de una población alcanza el límite de densidad crítica a partir del cual, el acondicionamiento comienza y las langostas gregarizan.

El cambio de una fase a otra se hace progresivamente, pasando por los siguientes cambios:

1. Las modificaciones fáscicas: Son producidas a partir de cambios en el comportamiento al volverse el insecto más activo, siendo más propenso para gregarizar; otro cambio es la densidad crítica, momento en el que las langostas permanecen agrupadas, desplazándose masivamente en una misma dirección. El insecto migrante se manifiesta por una condición elemental que es la interatracción.
2. El aspecto cromático: Es el más visible y se considera como solitaricolor (verde), transiticolor (amarillo claro) y gregaricolor (rosado con intensidad de maculaturas o manchas negras). Entre mayor es el grado de maculaturas, mayor es el grado de gregarización, esto es debido a que los insectos gregarios se alimentan más abundantemente que los solitarios.
3. Estos cambios ocurren gradualmente, a medida que se va dando el proceso de gregarización, y viceversa.
4. El aspecto fisiológico: Se da por el aumento del metabolismo y la actividad gregaria, produciendo cambios en la morfometría, ya que en los solitarios, los machos son más pequeños que la hembra, en cambio en los gregarios ambos sexos son casi del mismo tamaño; reducción del número de ovariolas, entre otros.

4.7. Proceso de formación de mangas

La concentración se realiza por el reagrupamiento de alados reproductores debido a efecto de vientos convergentes u otros factores de diversa naturaleza como quemas, inundaciones, entre otros.



La multiplicación: Es favorecida por el mantenimiento de las condiciones ecológicas óptimas para la especie durante la época de maduración sexual de los padres y el desarrollo de los huevos y ninfas que se originan, tales como, suelo de textura dominante arenoso-arcillosa, temperatura media de 27°C, humedad relativa alta (50 a 85%) y vegetación constituida de matorrales en mosaico.

La gregarización da inicio cuando la densidad crítica es alcanzada. Esta se manifiesta por la formación de manchas y luego de bandos, en el caso de ninfas, siendo la existencia de estas formaciones una condición indispensable en la constitución de una manga, los ímagos originados de ninfas agrupadas tienen tendencia a cohesionarse con sus congéneres.

5. MEDIDAS FITOSANITARIAS CONTRA LA LANGOSTA

Las medidas fitosanitarias que se establecen para el control de la langosta están basadas en el manejo integrado de plagas, por lo que el principal objetivo de la campaña es reducir las poblaciones del insecto en los Estados donde se tienen registros de presencia, para evitar que se conviertan en un riesgo fitosanitario a las zonas agrícolas.

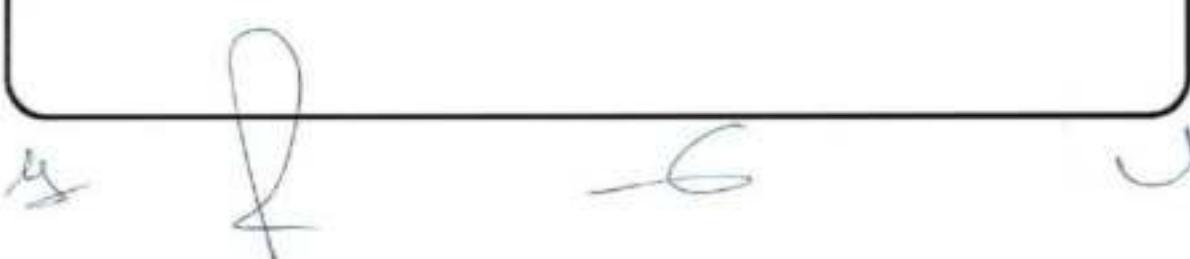
La campaña contra la langosta considera las acciones técnicas operativas de prospección, control cultural, biológico, químico y capacitación; así como de divulgación, supervisión y evaluación. Para la implementación y/o ejecución de la campaña que permita el control del insecto o reducir la densidad poblacional para minimizar los brotes y el riesgo de dispersión, se debe elaborar un Programa de Trabajo Anual que integre las acciones antes mencionadas. A continuación se describen cada una de las acciones.

5.1. La prospección acridiana

La prospección es la actividad que permite detectar y cuantificar las poblaciones de langosta en un área determinada, la información que se obtiene permite estimar si la presencia y distribución del insecto representa una amenaza real o potencial para un lugar determinado, por lo que con estos resultados se toman decisiones de las acciones de control a realizar en el corto, mediano y largo plazo.

La prospección se deberá realizar, preferentemente, en zonas gregarigenas y de invasión, de manera permanente a lo largo de todo el año, a fin de estimar la población en sus diferentes estados biológicos de la plaga, principalmente el estadio de ninfa. Esta actividad deberá intensificarse durante los dos períodos ninfales anuales que se presentan en el territorio nacional, que van de junio a agosto y octubre a diciembre.

La acción de la prospección consiste en dos grandes actividades: la exploración y el muestreo.



5.2.1. Exploración

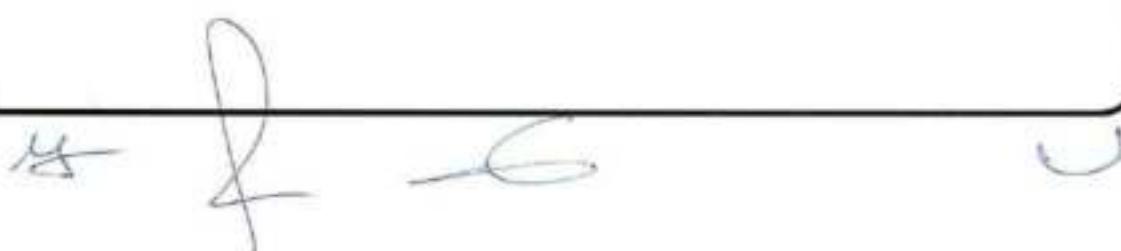
Es una actividad que permite detectar la presencia de la langosta en un determinado lugar, identificar los estadios de su ciclo biológico, caracterizar y delimitar el área donde se distribuye; para ello, se lleva a cabo la revisión física de grandes extensiones de terreno en el menor tiempo posible, ya sea mediante recorridos *in situ* (a pie); o bien, se puede llevar a cabo la exploración utilizando Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT), se recorren preferentemente los lugares donde se han tenido antecedentes de poblaciones de langosta, en las áreas limítrofes de zonas gregarigenas, o donde se tenga reporte de la plaga.

La exploración es la base de la estrategia preventiva de control de la langosta, por lo que es una actividad que debe realizarse permanente a lo largo del año, independientemente si existen o no reportes de la plaga. En este sentido se deberán establecer Puntos de Exploración Permanente.

5.2.2. Periodos críticos para realizar la exploración

A fin de seguir la evolución de las poblaciones solitarias de langosta y detectar poblaciones gregarias, las exploraciones se deben realizar durante todo el año, poniendo especial atención en el estado biológico a detectar y la época del año, de acuerdo a lo siguiente:

- a) En el periodo de noviembre-abril se pueden detectar los insectos en su estado adulto, ya que en este tiempo las poblaciones son más visibles porque se tiene estiaje en muchos Estados del país; además, se aprovechan los factores favorables como la diapausa imaginal de la langosta y el fácil acceso a los terrenos, ya que están más descubiertos de vegetación debido a la época de secas. Es importante identificar la presencia de adultos en estos meses ya que permitiría su control antes de la época de la oviposición, que dará origen a la primera generación del año.
- b) En el periodo de mayo a diciembre se desarrollan las dos generaciones de langosta; de mayo-agosto se debe realizar la exploración de ninñas de la primera generación. Este lapso es quizás el más importante por los daños que pueda ocasionar la plaga, debido a que es la época en que se tiene una mayor superficie con cultivos establecidos; por lo cual se debe incrementar la frecuencia de las exploraciones, ya que es la generación más corta y se tiene muy poco tiempo para detectar las poblaciones gregarias y realizar el control oportunamente.
- c) Durante los meses de julio-septiembre, se realizará la detección de adultos de la primera generación, antes de que se inicie la oviposición que dará origen a la segunda generación.



- d) En el periodo de finales de septiembre a diciembre se realizarán actividades para la detección de poblaciones de la segunda generación, ya que es cuando existe mayor probabilidad de encontrar mangas en desplazamiento.

En la siguiente figura se pueden observar los períodos críticos durante los cuales se debe realizar la exploración, los cuales pueden variar dependiendo de la zona y condiciones ambientales presentes.

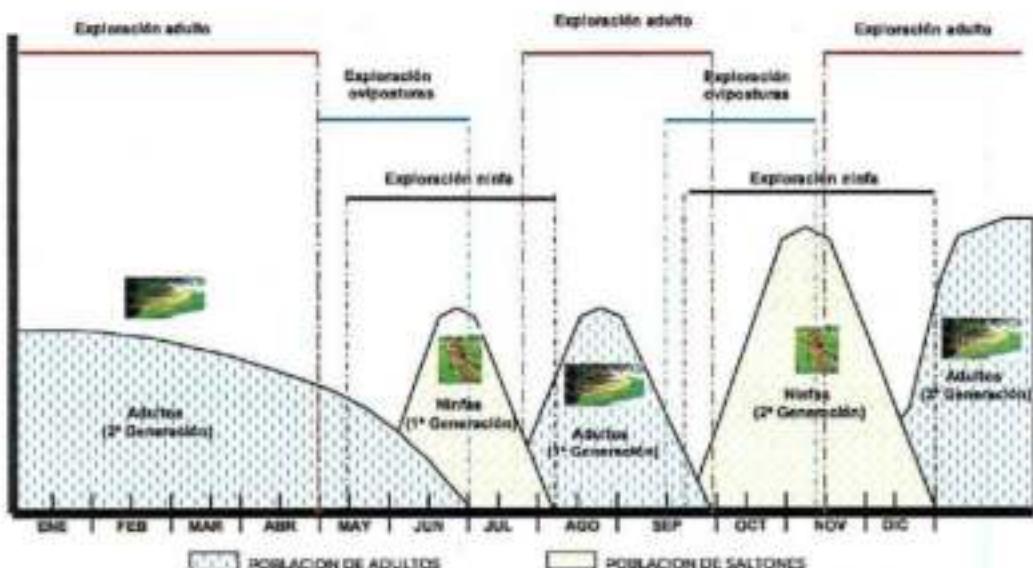


Figura 9.- Períodos de exploración de adultos y ninfas de langosta. La población de febrero a mayo en general es baja (periodo de recesión)

5.2.3. Sitios donde realizar la exploración

- Las exploraciones se realizarán en áreas identificadas como gregarígenas, donde tradicionalmente se reproduce y desarrolla el insecto, incluyendo áreas de brote e invasión, como por ejemplo terrenos ejidales, unidades de producción anual o perenne, zonas ganaderas y áreas naturales protegidas.
- Explorar aquellos lugares cuyos cultivos han sido abandonados por algún tiempo, ya que estos espacios son ideales para la formación de nuevos focos de infestación, así como, orillas de drenes, canales, lagunas, caminos, carreteras, etc.

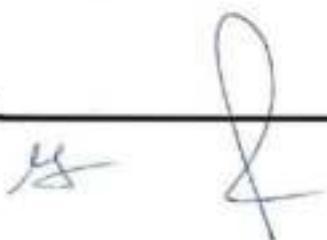
(Handwritten signatures/initials)

- c) Se explorarán áreas en las que históricamente se ha detectado presencia de la plaga, enfatizando en los lugares donde se tengan indicios que se realizaron las oviposiciones.
- d) Revisar los lugares aledaños a las áreas quemadas y en la misma dirección del viento, ya que hacia ahí se desplazarán las poblaciones de insectos solitarios e iniciarán la densación, la cual, es una causa principal de gregarización. Así mismo, se explorarán los agostaderos, potreros y predios forestales que son quemados cada año.
- e) Deberán ser revisados en la época de oviposición el sitio explorado que haya sido identificado como área de oviposición.
- f) Deben explorarse los lugares que presenten condiciones favorables para la presencia y brote de la plaga, tales como: mezcla de varias especies vegetales, principalmente pastos.

Las principales comunidades de plantas a explorar, de acuerdo a su nivel de asociación a la langosta son los que se muestran en los Cuadros siguientes, en donde 3 es altamente asociado; 2 es medianamente asociado; 1 es poco asociado.

Cuadro 1. PASTOS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NIVEL DE IMPORTANCIA
Pasto guinea	<i>Panicum maximum</i>	3
Cabezón	<i>Paspalum virgatum</i>	3
Zacatón	<i>Muhlenbergia macroura</i>	3
Chontalpo	<i>Brachiaria decumbens</i>	2
Brizantha	<i>Brachiaria brizantha</i>	2
Pajón o zacate llano	<i>Paspalum plicatulum</i>	2
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	2
Jaraqua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	2
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	2
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	2
King grass	<i>Pennisetum thysphoides</i>	2
Bermuda	<i>Cynodon nienfuensi</i>	2
Para	<i>Brachiaria mutica</i>	1
Alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	1
Bigalta	<i>Hemarthria altissima</i>	1
Chetumal	<i>Brachiaria humidicola</i>	1
Alicia	<i>Cynodon dactylon</i>	1
Carpeta	<i>Axonopus affinis</i>	1
Zacate amargo	<i>Paspalum conjugatum</i>	1
Estrella	<i>Cynodon plectostachyus</i>	1
Llanero	<i>Andropogon gayanus</i>	1
Isleño	<i>Brachiaria dictyoneura</i>	1





Cuadro 2. VEGETACIÓN SECUNDARIA

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	NIVEL DE IMPORTANCIA
Tamarindo xiú	<i>Chaemecrista glandulosa</i>	3
Chichibé	<i>Sida acuta</i>	3
Dormilona	<i>Mimosa pudica</i>	3
Mimosa	<i>Mimosa casta</i>	3
Zarza	<i>Rubus caesius</i>	3
Cacahuanche	<i>Giricidia sepium</i>	2

Cuadro 3. CULTIVOS CON PREFERENCIA

NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTÍFICO	NIVEL DE IMPORTANCIA
Maíz	<i>Zea mays</i>	3
Caña de azúcar	<i>Saccharum officinarum</i>	3
Frijol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	3

En cuanto a los cultivos, debido a que es una plaga polifaga, la exploración se enfatizará en las zonas en las que se siembren los señalados en el Cuadro 3, debido a su alta asociación con la langosta, por lo que se dará prioridad; sin embargo, se deberá de explorar la mayor superficie de otros cultivos.

5.2.4. Métodos para realizar la exploración.

La exploración se puede realizar de manera terrestre y aérea con apoyo de imágenes satelitales o tomadas con Drones.

5.2.4.1. Método Terrestre.

Cada punto de exploración debe ser como máximo de 20 hectáreas

- Se deberá establecer una ruta de exploración, usando la cartografía digital del INEGI escala 1:50,000, visitando periódicamente las áreas identificadas como favorables para la presencia de la plaga.
- Las áreas exploradas deberán ser ubicadas mediante un receptor del Sistema, levantando un punto cada 20 ha como máximo, que indique el área explorada y se anotará la información en el formato de campo (Formato 1. Prospección Anticridiana) o en el Smartphone.

El punto de la ubicación deberá tomarse en coordenadas geográficas (latitud, longitud) especificándola en grados decimales (GG.DDDDD) con al menos 5 decimales para obtener una buena precisión; utilizando el Sistema de Coordenadas WGS84. Así mismo, es importante que al tomar el punto se cerclore que el GPS identifique 4 satélites como mínimo, para tener menor grado de error.

(Handwritten signatures)

Cuando se detecten poblaciones en crecimiento, se deberá realizar una revisión intensiva, de acuerdo a lo siguiente:

- Geo referenciar el punto y determinar el área de infestación de la plaga mediante recorrido perimetral de la zona donde se identificaron las poblaciones en crecimiento.
- Cuando la superficie infestada es extensa, es necesario dividir la zona en áreas para facilitar la acción. Las rutas transversales son importantes porque dan una mejor definición de los límites de la infestación y una idea de la severidad de la plaga en la región.

5.2.4.2. Método Aéreo

Esta forma de llevar a cabo la exploración es para detectar la presencia de la plaga en áreas geográficas de difícil acceso terrestre, como por ejemplo cerros, lomas, pastizales con suelos inundables, zonas naturales protegidas, así como en aquellos lugares donde el acceso es restringido por la presencia de problemas sociales.

- a) La exploración vía aérea se puede realizar mediante el uso de vehículo aéreo no tripulado (VANT), como el modelo que se muestra en la figura 11; el cual es una herramienta útil para la búsqueda de poblaciones de langosta con vuelos a baja altura (10-30 m), mediante la toma de fotografías y video.



Figura 11. Vehículo Aéreo no Tripulado (VANT).

(Handwritten signatures)

- b) Las imágenes aéreas que se descargan del VANT se puede procesar para obtener ortomosaicos, las cuales tienen la capacidad de lograr fotografías en tiempo real y éstas se pueden visualizar en el programa informático (GIS) de código abierto, conocido como QGIS.

Existen diversos tipos de cámaras utilizadas en los VANT para captar la información mediante las bandas del espectro electromagnético y realizar las estimaciones por medio del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) Figura 12; lo que se busca es lograr identificar sitios con asociación significativa de alta densidad de langosta y niveles de NDVI.

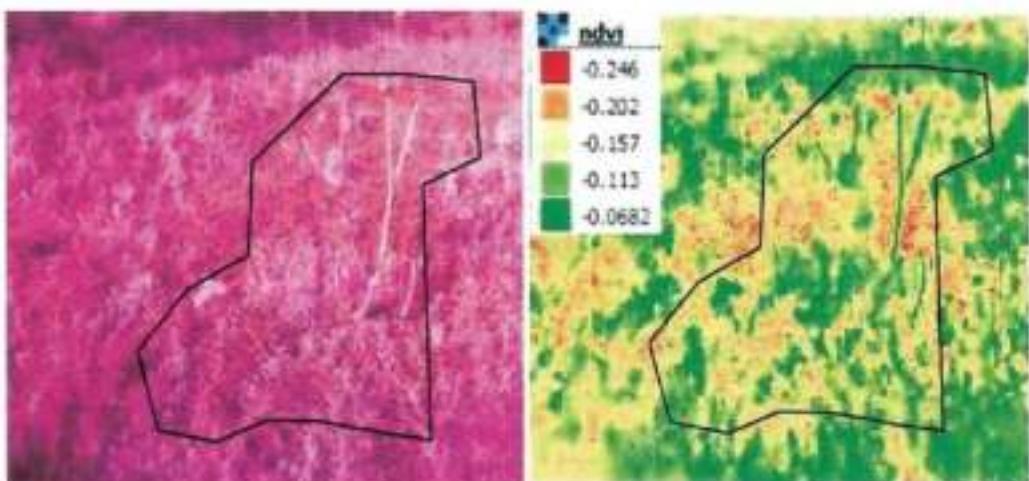


Figura 12. Identificación y delimitación de una manga de langosta posada sobre un árbol.
Foto en cámara con tecnología NIR (Near Infrared) y procesado para obtener el NDVI,
utilizando un equipo VANT Phantom 3.

La exploración aérea puede ser enfocada en zonas que cumplan con las condiciones ideales de desarrollo de la langosta, poniendo énfasis en los períodos de lluvias (junio a septiembre). Sin embargo se requiere repetir los vuelos del VANT en diferentes fechas para contar con la mayor certeza en los resultados obtenidos, así, dependiendo de la zona geográfica de la Entidad, se deberá realizar las exploraciones a lo largo de las diferentes épocas significativas o marcadas en el ciclo anual: Sequia/estiaje: enero-mayo, Lluvias: junio-septiembre y también en donde se tiene presencia de Nortes: octubre-diciembre.

Se enfocará la exploración en las áreas donde se tenga presencia de especies vegetales arbóreas y herbáceas que se identifiquen en la región como hospederas y/o preferidas como alimento de la langosta; para el sureste mexicano se han reportado las gramíneas *Panicum maximum*, *Sida acuta* y *Chamaecrista glandulosa*, principalmente.

[Handwritten signatures]

Para emplear de este tipo de tecnología, además de la capacitación para el uso de este dispositivo, se debe contar con el permiso que establece el Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley de Aviación Civil y de la Ley de Aeropuertos, publicada el 18 de junio de 2018, y que entró en vigor en diciembre de ese mismo año.

5.2.5. Planificación de la exploración

La cobertura del área a explorar debe estar organizada en rutas. El área determinada como ruta de exploración debe ser revisada considerando la biología y comportamiento de la plaga, época del año, vías de acceso y composición de la vegetación.

Las zonas exploradas deben revisarse constantemente para detectar oportunamente a la plaga, al menos una vez por mes se deberá revisar nuevamente la misma área.

Se deberá de establecer una programación anual de los sitios y rutas de exploración a fin de cubrir todas las áreas potenciales donde pueda presentarse la langosta.

5.2.6. Puntos de Exploración Permanente (PEP)

Como parte de las acciones de exploración, se establecerán puntos de exploración permanente (PEP) en las áreas gregarígenas. Para la designación de éstos, se seleccionarán los predios que por su historial y condiciones ambientales, anualmente registran presencia de la langosta. La frecuencia de exploración en estos puntos debe ser quincenal, a fin de detectar oportunamente la emergencia de las primeras poblaciones (ninfas) y vigilar su desarrollo biológico, sin embargo, conforme a la disponibilidad de recurso podrá llevarse a cabo cada 21 días.

El número de puntos de exploración permanente que se establezcan dependerá de la extensión de la zona gregarígena y del personal técnico con que cuente la campaña.

5.2.7. Identificación de la langosta.

Se recomienda efectuar la exploración en las primeras horas de la mañana, que es cuando el insecto tiene menor actividad.

Para su identificación se hará uso de la información proporcionada en el apartado 4.1. Biología de la langosta (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker 1870) y su importancia como plaga. Existen sitios en los cuales se puede encontrar más de una especie, por lo que cuando se tenga duda sobre alguna especie en particular, se deberán colectar los ejemplares, conforme a lo siguiente:



5.2.7.1. Toma de muestras

- Se deberán colectar los insectos, utilizando una red entomológica de golpeo o bien de forma manual.

Se recomienda que la colecta se realice de 6 a 8 horas de la mañana, para evitar la dispersión del insecto. La mayor acción que de la plaga se registra entre las 10:00 y las 15:00 horas del día.

- Las muestras deberán enviarse al Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria (CNRF).
- La muestra colectada debe identificarse con los datos siguientes:
 - Número de la muestra
 - Fecha de la colecta
 - Paraje, Localidad y Municipio
 - Nombre del colector
 - Fecha de envío

5.2.8. Información generada de la exploración

Los resultados de la exploración permitirán definir la situación acridiana en un sitio explorado, es decir, la presencia o la ausencia de la plaga, así como determinar el posible crecimiento de la plaga.

Los datos que deben contener los informes de la exploración:

- Situación acridiana: Positiva o negativa.
En caso de presencia se deberán de caracterizar las poblaciones identificadas para evaluar el potencial de crecimiento o dinámica poblacional; describiendo la etapa biológica de desarrollo en se encuentre, tipo de poblaciones y fase (gregaria o solitaria).
- Caracterización del área explorada.
- Fecha de exploración.
- Coordenadas geográficas del punto levantado mediante GPS o Smartphone en el área explorada.
- Especies vegetales predominantes y su asociación, especificando la fenología de la vegetación, la cobertura y el desarrollo, poniendo especial atención a aquellas que sirven de alimento y, abrigo contra la intemperie (viento, lluvia, depredadores, etc.) para ninfas y adultos, y que a la vez influyen sobre la distribución espacial de los individuos, modificando su densidad y sus relaciones sensoriales. Debido que se ha observado que la langosta se encuentra principalmente en pastos, deberán

L
J
C
S

Indicarse la(s) principal(s) especie(s) de pastos donde se realiza la exploración y la vegetación secundaria.

- f) Presencia de concentraciones de agua y riachuelos.
- g) Principales características físicas del suelo como textura (arena fina y gruesa, arcilla, etc.), humedad, color y cobertura
- h) Actividad humana en el sitio, como por ejemplo: presencia de ganado, apiarios, campamentos o pequeñas poblaciones.
- i) Condiciones ambientales: Temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar.
- j) Tenencia de la tierra o sitio: especificar si se trata de un área natural protegida, ejido, área comunal.
- k) Superficie aproximada en la que se localizó la langosta.

El informe se podrá complementar con datos proporcionados por los agricultores, ganaderos o propietarios de la zona explorada.

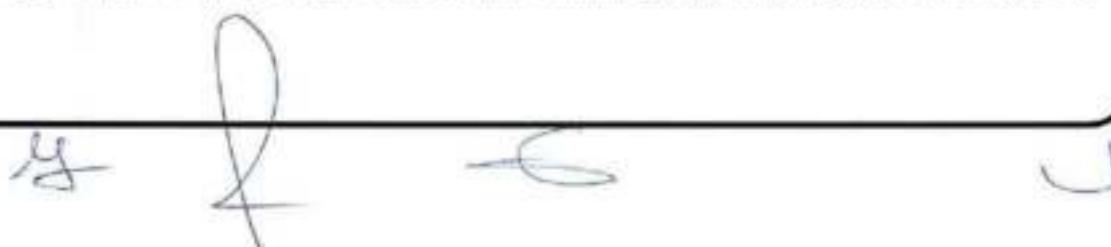
Para el registro de la información antes referida se utilizará el Formato 1 Prospección Antiacridiana, el cual deberá de contener la información, independientemente si se identificó o no la presencia del insecto.

5.3. MUESTREO

El muestreo es la actividad de campo que se realiza para estimar la densidad poblacional de la langosta, identificar la composición de las poblaciones y su distribución en una área determinada (dinámica de la población); para la obtención de datos representativos y precisos sobre las poblaciones de langosta, su evolución hacia la fase gregaria, características físicas (color y tamaño), el desarrollo de su estado biológico (huevo, estadio ninfal o adulto), estado fásico, porcentaje de infestación y la superficie que ocupa.

La acción del muestreo se procederá a realizar cuando los resultados obtenidos de la exploración demuestren la presencia del insectos en el sitio revisado, por lo que, sólo se efectuará en aquellos puntos en los que el personal técnico haya detectado poblaciones solitarias o en transición, en concentraciones que se sospeche rebasen el umbral de acción, que es la densidad a la cual se debe aplicar una medida de acción de manejo para evitar que en un futuro la población alcance el umbral de daño económico.

En esta acción se utilizará la plataforma del Sistema Informático de Monitoreo de Langosta (SIMLAN), que es la herramienta auxiliar que permite registrar los datos del



Handwritten signatures of officials involved in the document's preparation or approval.

muestreo de la langosta, el cual funciona con el uso del Smartphone o teléfono inteligente, con el que se debe capturar dicha información.

Cuando se identifiquen poblaciones de langosta en fase solitaria deberán realizarse muestreos dos veces por mes y continuamente a poblaciones gregarias.

5.3.1. Puntos de Muestreo Permanente (PMP)

En los puntos de exploración permanente en los que se detecte la presencia de la langosta, también se procederá a realizar las acciones de muestreo continuo. La frecuencia del muestreo debe ser quincenal, a fin de detectar oportunamente la emergencia de las primeras poblaciones (ninfas) y vigilar su desarrollo biológico.

5.3.2. Evaluación de densidades

Es importante calcular la densidad poblacional de las poblaciones de langosta en las zonas muestreadas para conocer el riesgo potencial, ya sea para vigilar su desarrollo o proceder a implementar una medida de control.

Para la evaluación de densidades, tanto de ninfas como de adultos, es importante conocer las principales formaciones acridianas que presenta la langosta. Las principales son las siguientes:

- Solitarios:** Formación constituida por individuos solitarios dispersos en bajas densidades, donde los insectos se localizan de distancias medias hasta centenares de metros, con interacciones débiles a nulas, limitadas a la actividad al momento de la cópula y movilidad mínima, desplazamiento individual sin ningún estímulo mutuo. Normalmente predominan coloraciones verdes en estados ninfales.
- Agrupados, manchones:** Formación débil, constituida por congregans y/o solitarios agrupados frecuentemente por manchas de densidad elevada a muy elevada, con interacciones desde débiles a muy frecuentes, y movilidad variable en función de la gregariedad de los individuos.
- Bandos, mangas:** Formación constituida de gregaríaptos en densidades muy altas, interacciones muy frecuentes e importantes; movilidad elevada y considerablemente coordinada. Todos los individuos se desplazan en una misma dirección.



5.3.3. Formas de muestreo

Muestreo al azar. Se realiza en los casos de que la distribución de langosta sea de forma homogénea, se sugiere realizarlo cuando se identifique al insecto en la formación acridiana solitaria.

Muestreo estratificado. Cuando la distribución del insecto es de forma agregada, ya sea la fase en transición o gregaria, principalmente, se realizará un muestreo estratificado al azar, empleando las plantas como indicadoras de la presencia de la langosta (Anexo 1).

El muestreo se realiza mediante el conteo a la vista, recorriendo 100 m² y contabilizando el número de insectos que se encuentran en el trayecto según su desarrollo biológico; en el caso de ninfas las que se encuentran en el trayecto y para adultos el número de langostas que vuelan sobre una banda de 100 metros de largo por uno de ancho, al momento que el personal técnico lleva a cabo la acción.

5.3.4. Determinación de la densidad.

a) Densidad de individuos (ninfas y adultos).

La determinación de la densidad de individuos se hará mediante el método "conteo a la vista" (Figura 13), el cual consiste en:

1. Contar el número de individuos que se escapan como consecuencia de la perturbación sobre una banda de 100 metros de largo por un metro de ancho, al pasar el observador.



Figura 13. Método de conteo a la vista para determinar la densidad media de individuos, tanto de ninfas como adultos.

(Firmas)

2. Repetir esta operación 5 veces en diversos puntos.
3. Para el caso de las ninfas, se deberán de registrar las características de su coloración, ya que está asociada a la fase en la que se encuentra y dará una idea de la población o su evolución, como se muestra a continuación:

FASE	COLORACIÓN
Solitaria	Verde
Transiens, congregans o manchón	Verde manchada
Bandos	Rosada con negra

4. Esta evaluación debe hacerse en las primeras horas de la mañana, cuando la temperatura es aún baja y la actividad del insecto es menor. Así mismo, debe efectuarse cuando el viento sea nulo o débil, deberá hacerse en contra del viento, para evitar contar un mismo insecto varias veces.
5. Es importante que el personal de campo tenga experiencia en identificar la especie, ya que hay casos en los que se puede encontrar más de una especie diferente en un área. Por lo que, cuando se tenga duda en el porcentaje de especímenes de langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons*, se deberá emplear una red entomológica y hacer el conteo para determinar el porcentaje de cada una de las especies presentes, y se tendrá que descartar aquellas que no sean *S. piceifrons piceifrons*.
6. Estas evaluaciones de densidad se efectuarán como una estrategia preventiva. Esto significa que los conteos se deben realizar sólo en poblaciones de baja densidad.
7. Para determinar la densidad media poblacional por hectárea, tanto de ninfas como de adultos, se utilizará la fórmula:

$$\text{Densidad Media (D.M.)} = \frac{\text{Número de langostas identificadas}}{\text{Superficie muestreada}^*} \times 10,000$$

Donde la *Superficie muestreada = 100 X (número de conteos)

b). Determinación de las densidades poblacionales:

Densidad de individuos (ninfas y adultos)

Alta: = 0 > a 30 individuos/100m²
 Media: = 11 a 29 individuos/100m²
 Baja: = 0 < 10 individuos/100 m².

A

L

6

J

El umbral económico que se deberá de considerar para establecer acciones de control es:

Ninfas:	= 0 > a 30 ninfas /100 m ²
Adultos:	= 0 > a 30 adultos /100 m ²

5.3.5. Muestreo de huevecillos

En la época de oviposición, si el sitio explorado se identificó como sitio de oviposición deberá realizar el muestreo de huevecillos. Para esto, se tomarán ejemplares hembras para detectar si están grávidas (Figura 14) o si ya ovipositol.



Figura 14. Hembra grávida.

Los indicadores para determinar que una hembra ovipositó serán las valvas destrozadas, el abdomen blando y no se detectará presencia de masa de huevecillos al abrirla.

En caso de haber ovipositado, se deberán hacer muestreos en el suelo para detectar las masas de huevecillos (falsas ootecas), el indicador serán los orificios en el suelo y la presencia del tapón esponjoso. Hay que verificar que realmente haya ovipositado y no solo sean orificios de prueba. La distribución del muestreo debe ser en el área que se tenga indicios de la oviposición.

Si se detectan masas de huevecillos, éstas deben ser destruidas mediante el barbecho y rastreo para dejarlas expuestas a los depredadores y al sol. Si no es posible realizar dicha actividad, se le dará seguimiento para una vez que las ninfas emergan realizar el control biológico o químico.

5.4. Medidas de control de la langosta

Las acciones de control están basadas en los resultados de la exploración y muestreo, la decisión de realizar una medida de control podrá tomarse a partir de la densidad media, la cual será implementada de manera preventiva y cuando se detecte un agrupamiento de insectos con características de evolución hacia bandos o mangas, por condiciones del

medio y evolución fásica favorable, por lo cual no se debe esperar a que alcance el umbral de acción. También en los casos cuando se tiene la existencia de una población muy densa, es decir, no cuantificable, se procederá inmediatamente a realizar el control químico; o bien, cuando exista un riesgo de afectación a los cultivos agrícolas.

Dentro de los métodos de control preventivo se encuentran:

5.4.1. Control biológico

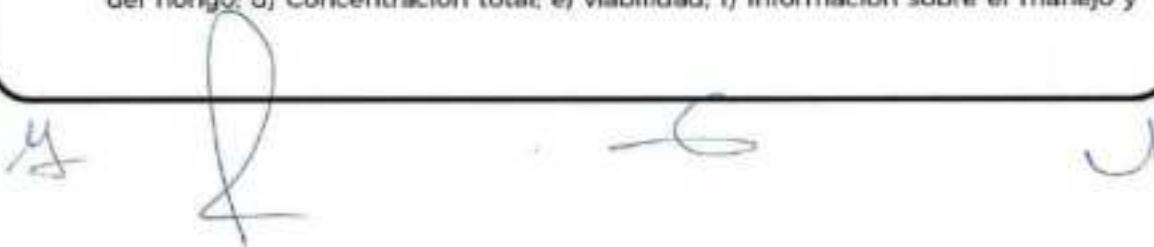
Se realiza a base del hongo *Metarhizium acridum* (Cepas con clave CHE-CNRCB 206 y 213), el cual, es un hongo identificado como parásito facultativo, que posee conidias que constituyen la unidad infectiva.

El proceso infectivo se realiza en tres etapas, la primera es la germinación de esporas y penetración de hifas al hospedero, lo cual dura hasta 4 días, la penetración es a través de la cutícula. La segunda etapa es la invasión del tejido hasta causar la muerte del insecto, esta etapa puede durar 3 días. La tercera etapa corresponde a la esporulación e infección a otros insectos.

5.4.1.1. Control de calidad del hongo entomopatógeno

Con el objetivo de determinar la calidad de los productos a base de *Metarhizium acridum*, que serán utilizados para el control biológico de la langosta, se deberán enviar muestras al Centro Nacional de Control Biológico a fin de determinar la viabilidad de los productos, la cual debe ser igual o mayor al 85% y la concentración de 2×10^{12} conidios/ha. Los candidatos a proveedores de material biológico que participen en alguna modalidad de adquisición de acuerdo a lo establecido en los Lineamientos Técnicos Específicos para la Ejecución y Operación del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria, a través de los Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal, deberán sujetarse al siguiente procedimiento:

- a) Los candidatos a proveedores deberán enviar una muestra (dosis) de dos lotes de producción al CNRCB, para realizar un análisis de calidad. Al remitir las muestras, se debe anexar una solicitud de análisis de calidad, dirigida a la Subdirección de Control Biológico del Centro Nacional de Referencia de Control Biológico, en hoja membretada a la dirección Km. 1.5 de la Carretera Tecumán - Estación del FFCC, Colonia Tepeyac, C.P. 28110, Tecumán, Colima.
- b) Las muestras deberán ser enviadas vía paquetería, en una hielera de unicel acompañada de geles congelados, procurar que estos no queden en contacto directo con las muestras; los envíos remitirlos preferentemente entre lunes y miércoles. Las muestras que no contengan geles no serán consideradas para análisis de control de calidad. Cada muestra debe contener la siguiente información: a) Nombre de proveedor; b) Tipo de formulación; c) Género y especie del hongo; d) Concentración total; e) Viabilidad; f) Información sobre el manejo y



almacenamiento del producto final (formulado); g) Fecha de siembra y h) Fecha de empaque.

- c) Los parámetros de calidad que serán incluidos en el resultado del análisis son: concentración de conidios por gramo, viabilidad, concentración total y contenido de humedad.
- d) Los resultados de las muestras se darán a conocer de acuerdo al orden en que se recibieron y el dictamen será válido únicamente para los lotes de las muestras analizadas.

5.4.1.2. Consideraciones para el uso de hongos entomopatógenos

- a) Se debe almacenar en refrigeración a una temperatura de entre 4°C y 8°C, por no más de un mes.
- b) Conservar y almacenar en el empaque original, etiquetado y cerrado herméticamente, separado de cualquier producto químico.
- c) La aplicación de los hongos entomopatógenos no debe coincidir con aplicaciones de fungicidas y debe realizarse preferentemente por la mañana o por las tardes, cuando la radiación solar no es muy fuerte, para evitar los rayos del sol directo al producto y la posibilidad de lluvia.
- d) Su empleo no debe limitarse solo a lugares húmedos, debido a que el aceite que se emplea para su aplicación tiene como función encapsular las conidias del hongo, protegiéndolas de la desecación. Así mismo, la humedad natural del insecto es apropiada para la eficacia del hongo.
- e) Cerciorarse de usar equipos limpios, de boquilla cónica de gota fina, asperjando bien las partes de la planta donde se encuentra la plaga.

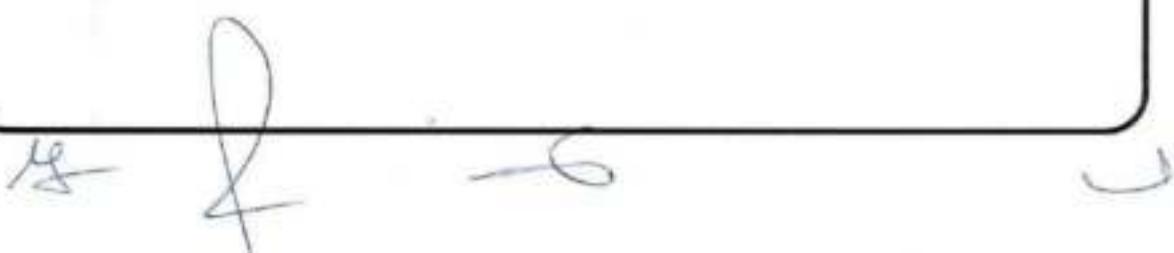
5.4.1.3. Calibración del equipo de aplicación terrestre.

El objetivo de la calibración es aplicar la cantidad correcta de mezcla por unidad de área. Para lo cual, se deben considerar factores tales como:

- a) La cobertura requerida
- b) El tipo de superficie a tratar, densidad de plantación y densidad foliar (el follaje espeso puede necesitar un mayor volumen de aplicación).
- c) El tamaño de gota deberá oscilar entre 60-120 μm .

Así mismo, se deberán considerar las siguientes variables:

- a) La concentración del producto en el aceite (g/l ó ml/l).
- b) La descarga de la boquilla.



- c) El ancho de descarga en metros, el cual depende del ángulo de aspersión de la boquilla y la altura a la cual se mantenga la boquilla por encima de la vegetación.
- d) La velocidad de desplazamiento del aplicador, medida en Km/h ó en m/seg. Esta se encuentra inversamente relacionada con la tasa de aplicación: a mayor velocidad menor tasa de aplicación. Una velocidad de aplicación recomendable se encuentra entre los 4 y 6 km/h. Si la velocidad de aplicación es muy rápida, se favorece la deriva y la sub-dosificación, si por el contrario la velocidad es muy baja los tiempos de aplicación pueden ser muy largos, favoreciéndose la sobre-dosificación.
- e) El área total a ser asperjada en m² o hectáreas.

Para realizar la calibración del equipo se deberá:

- a) Verificar que el equipo esté en perfectas condiciones, que no se tengan fugas o pérdidas de líquido en mangueras, uniones, sellos, llaves y boquillas.
- b) Calcular cuántos metros lineales se deben aplicar para cubrir cierta superficie.
- c) Llenar el tanque de la aspersora hasta donde marque su capacidad.
- d) Aplicar en la superficie a una velocidad normal que pueda ser mantenida bajo condiciones de campo (en terreno plano u ondulado, evitando obstáculos) durante el periodo normal de trabajo.
- e) Medir la cantidad de aceite que se necesita para volver a llenar la aspersora hasta la marca.
- f) Para obtener el volumen de aplicación por hectárea, multiplicar:

$$\text{Volumen de aplicación} = \frac{\text{Volumen usado en el área prueba}}{\text{Tamaño del área de prueba}} \times 10,000 \text{ m}^2$$

5.4.1.4. Calibración del equipo de aplicación aérea

El objetivo de la aplicación aérea es proteger a los cultivos agrícolas de la región al reducir el tamaño de la población total de la langosta en el menor tiempo posible, principalmente cuando ésta se ubique en lugares restringidos debido a la topografía o cuando la superficie infestada sea demasiado grande para ser aplicado el producto de forma terrestre.

Se deberán considerar las siguientes variables:

- a) Cobertura de aplicación
- b) Gasto (litros de aceite /ha)

4
F

6

J

- c) Fecha de aplicación
- d) Aplicación temprano o por la tarde (Temperatura y velocidad de viento)

Para las especificaciones anteriormente señaladas, la calibración, previa a la aplicación se realizará entre el personal del Organismo Auxiliar de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) y la empresa aplicadora, en la cual se tomará de referencia el Manual del Operador de Micronair AU5000, disponible en Internet (AU5000 ATOMISER Operator's Handbook).

5.4.1.5. Aplicación

La aplicación del entomopatógeno, debe ser a Bajo Volumen a una concentración de $2 \cdot 6 \times 10^{12}$ conidios/ha, lo que equivale a aplicar de 25 a 75 g de hongo formulado (conidios), que deben ser suspendidos en aceite; por cada 25 gramos de hongo se utilizará un litro de aceite. La cantidad de hongo que se aplicará está en función de factores como la altura, densidad y tipo de vegetación, a mayor vegetación y altura, mayor cantidad de producto a aplicar.

Las aplicaciones del hongo serán dirigidas principalmente a los primeros estadios ninfales (ninfas 1 y 3), ya que estas fases son las más susceptibles.

Los aspectos importantes a considerar son:

- a) Previo al inicio de la aplicación se deberá contar con las coordenadas geográficas de los vértices de los polígonos a aplicar, para obtener la superficie total y cantidad de producto a utilizar.
- b) La hora de aplicación debe ser, al igual que en la aplicación terrestre, muy temprano o al atardecer para evitar el efecto del viento o la temperatura ambiental.
- c) Lavar perfectamente bien el tanque de la aeronave y las mangueras previo a la aplicación para evitar que los residuos dañen al entomopatógeno.
- d) Emplear atomizadores Micronair/barra AU 5000, pues se requiere un tamaño de gota entre el rango de 40-160 μm para cubrir al insecto.
- e) Es necesario utilizar por lo menos 6 atomizadores por avioneta para realizar la aplicación.
- f) La altura de vuelo debe ser de alrededor de 10 m sobre la superficie de la tierra o bien 3-5 m sobre los cultivos, la cobertura de aplicación de 100 m a una velocidad de 299 km/h.
- g) El flujo de la aplicación deberá ser de 16.5 a 23 l/min (por 2 atomizadores) en ángulo de 45°.
- h) La velocidad del viento al momento de la aplicación debe oscilar de 2 a 6 metros por segundo.
- i) Se deberá informar a la empresa de aplicación aérea la forma de la aplicación: total o en franjas, en ambos casos, la empresa deberá entregar el reporte geográfico de la aplicación por día, en el cual se observe la ruta de aplicación de la avioneta, así como la cantidad aplicada y número de vuelos realizados.



5.4.1.6. Seguimiento

Los efectos del entomopatógeno sobre la langosta se comienzan a observar después de los 7 días de la aplicación, presentándose una coloración rojiza en el insecto y posteriormente, la esporulación del mismo.

Para dar seguimiento a los resultados, es necesario observar las poblaciones tratadas antes de realizar la aplicación y realizar visitas periódicas para determinar la evolución de las poblaciones aplicadas.

La información que resulte del control se deberá registrarse en la bitácora de campo correspondiente.

5.4.2. Control Químico

El uso de insecticidas químicos constituye, hasta la fecha, el método más rápido y efectivo para controlar las altas poblaciones de langosta (*Shistocerca pieceifrons pieceifrons*, Walker 1870) tanto en bandos como mangas.

El estado biológico de ninfa, es el más recomendado para mantener las poblaciones en densidades bajas para que no sobrepasen el umbral económico, sin embargo, las langostas permanecen en ese estado solo unas cuantas semanas y es poco probable que todas puedan ser controladas cuando se encuentran en esa etapa, por lo que se debe realizar la prospección para identificar el momento de llevar a cabo el control de todos los estados biológicos de la plaga.

5.4.2.1. Productos a utilizar

Para el control de esta plaga, se utilizarán exclusivamente los productos químicos que cuenten con el Registro Sanitario de Plaguicidas de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios y el dictamen de efectividad biológica otorgado por el SENASICA.

El uso de los mismos deberá realizarse conforme a las especificaciones que se indiquen en la etiqueta respectiva.

5.4.2.2. Tipos de aplicación y formulaciones

- a) Los productos pueden aplicarse en seco cuando su presentación es en polvo. En este tipo de formulación la concentración de los insecticidas es generalmente baja.
- b) El método más recomendado es el uso de productos en formulaciones a base de aceite en aplicaciones a Ultra Bajo Volumen (UBV). Este tipo de formulación se aplica concentrada sin diluirse o mezclarse con agua. Los productos utilizados de



esta forma proporcionan un mayor rendimiento y garantizan una óptima distribución del producto a dosis más bajas y es muy eficiente en lugares donde el agua es escasa.

- c) En las emulsiones concentradas las gotas presentan un alto grado de evaporación y requieren de grandes cantidades de agua, situación que limita su aplicación, debido a que en las zonas donde se localiza la plaga, ésta es escasa.
- d) Cuando las superficies infestadas así lo requieran, el uso de equipo aéreo puede ser considerado bajo ciertas reservas, ya que el control debe realizarse lo más rápido posible a fin de impedir el desarrollo de adultos y con ello la presencia de mangas.

5.4.2.3. Consideraciones para la aplicación del control químico

- a) Debe iniciarse cuando se encuentre en promedio 30 individuos por cada 100 metros cuadrados.
- b) La aplicación se realizará en los núcleos compactos de población de langosta, de cualquier magnitud y cromatismo, ya que en estas condiciones por los hábitos de la plaga tienden a la gregarización.
- c) No debe aplicarse a temperaturas altas, ya que bajo esas condiciones se producen corrientes ascendentes que alejan el insecticida de la superficie a tratar y la evaporación es mayor. Se debe tener en cuenta los estadios de la plaga para realizar un buen control y considerar un margen de tiempo entre una y otra aplicación.
- d) Es necesario verificar la mortalidad posterior al tratamiento, para evaluar su eficacia (superior al 90 % se considera aceptable). En caso de haber realizado un mal control, se tendrá que recurrir a una nueva aplicación, por lo que existirá una mayor presión de selección y alto riesgo de manifestación de resistencia de la plaga. Para insecticidas de acción residual prolongada, la evaluación debe ser a los 6 días y para los de contacto, después de 4 horas de la aplicación.

Asimismo, el personal que realice las aplicaciones deberá utilizar equipo de protección (overol, guantes, botas y cubre bocas), realizar el triple lavado de los envases y depositarlos en los lugares autorizados.

5.4.2.4. Poblaciones a combatir

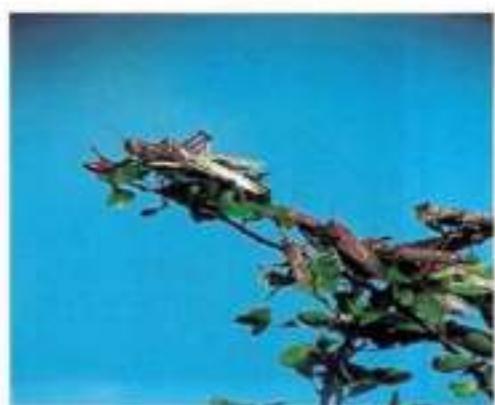
a) Manchones

Debe realizarse contra los manchones, grupos y bandos de pequeños tamaños encontrados en el momento de la prospección.



En el caso de una infestación por manchones dispersos en grandes superficies, se debe tratar toda la zona, sobre todo cuando los manchones están próximos entre sí y separados por espacios poblados de numerosos individuos solitarios esparcidos, susceptibles a formar otros manchones o de aglomerarse a los ya existentes.

Al realizar las aplicaciones, se debe de tomar en cuenta, que los tratamientos pueden provocar una dispersión total de los supervivientes, por lo que, se debe de mantener una vigilancia continua en las zonas tratadas, para que en caso necesario se realicen nuevas acciones de control.

**b) Combate de Bandos o Mangas**

En general, la presencia de un gran número de bandos y mangas que contienen millones de individuos indica el inicio de una invasión; situación que demanda la intervención rápida de las brigadas de combate.

En el caso de mangas, el control debe realizarse cuando los individuos se encuentran posados o en reposo, ya sea en la noche o al amanecer, cuando las langostas son poco activas. Si la superficie con presencia de plaga y las condiciones del medio lo justifican, deberá emplearse el combate aéreo, sobre todo si se encuentran cultivos establecidos.



Handwritten signatures or initials are present at the bottom of the page.

c) Combate de solitarios dispersos

El interés del control de los solitarios dispersos está en función de su importancia numérica, de las condiciones del medio y la evolución fásica que presenten; en efecto, a pesar de su tendencia a la disociación, estas formaciones son susceptibles de reagruparse rápidamente bajo condiciones favorables de reproducción.

Cuando se detecte un reagrupamiento de insectos con características de evolución hacia bandas o mangas gregarias, se deben aplicar medidas de control.



5.4.3. Control Cultural

Como medida preventiva para la formación de poblaciones acridianas y de la gregarización de la plaga, en zonas agrícolas cercanas a las áreas con presencia de langosta, se promoverá entre los productores la realización de las prácticas de destrucción de residuos de cultivos y barbechos a una profundidad de 30 centímetros como mínimo, en las épocas que las hembras pueden ovipositar en los terrenos agrícolas, para que se expongan los huevecillos a las condiciones climáticas ambientales y a los enemigos naturales como aves y hongos.

También se fomentará la práctica del barbecho en las áreas donde se haya posado una manga o en las zonas de oviposición que se tengan identificadas, principalmente, en predios donde sea factible realizar dicha labor, con el fin de reducir los riesgos de infestación y creación de áreas de refugio.

5.5. Capacitación

Los Comités Estatales de Sanidad Vegetal (CESV), deberán capacitar a los técnicos involucrados en la ejecución de campaña contra langosta en cada Entidad, para lo cual, con base en la disponibilidad de recursos, se contemplará uno o más cursos en su Programa de Trabajo anual.

MS

LB

J

Los eventos de entrenamiento a técnicos, deben tener un programa temático que integre, entre otros, los siguientes temas:

- Importancia de la langosta y daños causados
- Morfología de la langosta
- Biología y hábitos de la langosta
- Teoría de fases
- Prospección acridiana
- Métodos de control biológico y control químico.
- Organización de la campaña
- Formación de brigadas
- Plan de emergencia
- Seguimiento de actividades
- Uso y manejo de plaguicidas
- Sistemas de Información Geográfica
- Uso de Vehículos Aéreos no Tripulados (VANT)

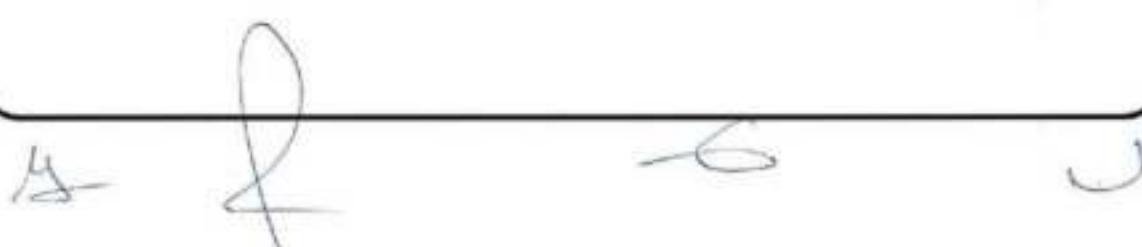
Así mismo, se deberá programar la capacitación a productores agrícolas y ganaderos, en la que se dé a conocer:

- Importancia de la langosta como plaga y principales daños ocasionados
- Biología y hábitos
- Actividades realizadas a través de la campaña para su control
- Plan de emergencia
- Formación de brigadas
- Reportes de la presencia de la plaga al CESV.

Para el desarrollo de las capacitaciones a productores se deberá de omitir el uso de términos técnicos, por lo que es conveniente emplear términos sencillos o un lenguaje local y sobre todo, buscar formas didácticas para que los asistentes participen activamente en las sesiones, de ser posible, llevarlos a las parcelas o predios de invasión a realizar acciones de prospección, identificación de ninfas y muestreo de huevecillos, para que ellos puedan replicar las acciones en su parcelas e identificar la langosta y controlen oportunamente las poblaciones a fin de reducir el riesgo de la formación de mangas.

5.6. Divulgación

El objetivo de esta acción es dar a conocer a productores (agrícolas y pecuarios) y a la población en general la situación de la langosta en la zona o el Estado, su importancia económica, las acciones fitosanitarias programadas, la forma en que deben participar y concientizar a la ciudadanía en general, para que participe activamente en las acciones de la campaña.





DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

Clave: MOCL-DPF-01

MANUAL OPERATIVO DE LA CAMPAÑA
CONTRA LANGOSTA

Versión: 2

Emisión: 06/2019

Página 38 de 48

El material que se utilice con fines divulgativos y difusión, deberá validarse por el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA), para ello, el Organismo Auxiliar deberá enviar la propuesta de material divulgativo.

Los temas básicos que deberán ser incluidos dentro del material de divulgación, son los siguientes:

- Importancia de la plaga
- Biología y hábitos
- Actividades realizadas para su atención
- Información a dónde y/o a quien realizar los reportes de presencia

5.7. Registro de información de seguimiento y análisis

Para el seguimiento técnico y presupuestal de la operación de la campaña, se utilizará el Sistema Informático que disponga la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), por lo que el personal técnico será responsable de capturar los datos registrados en las bitácoras de campo definidas y el personal administrativo los correspondientes al ejercicio de los recursos económicos.

El registro de datos de muestreo por parte de los Organismos Auxiliares, se realizará mediante el SIMLAN, cuya aplicación móvil está vinculada al Sistema Informático de la DGSV. La captura de estas bitácoras corresponde generalmente de Auxiliares de Campo, Profesionales de Proyecto y en algunas ocasiones, a los Coordinadores del Proyecto Fitosanitario.

Los datos obtenidos serán analizados y evaluados con el fin de:

- Definir nuevas áreas de exploración y muestreo
- Determinación de áreas potencialmente susceptibles
- Pronosticar la presencia de la langosta en tiempo y espacio
- Determinar acciones de combate

5.8. Supervisión

La supervisión a la operación de la operación de la campaña se realiza para verificar que las acciones de la campaña se llevan a cabo acorde a lo establecido en el Programa de Trabajo autorizado por la DGSV y en Reglas de Operación del Programa de Sanidad e Inocuidad Agroalimentaria de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural vigentes, para el ejercicio del recurso federal aportado para la implementación de la campaña; así como para detectar áreas de mejora que permitan el cumplimiento de los objetivos de la campaña.

La supervisión puede estar dirigida únicamente a la constatación de las actividades técnicas operativas que se estén o se hayan realizado en la campaña en campo, a la revisión documental de registros de actividades operativas y aspectos administrativos o

ambas, mismas que deberán ser determinadas con base en la información con que se cuente durante la planeación de la misma.

La supervisión es una acción que deben llevar a cabo: Dirección General de Sanidad Vegetal y los Organismos Auxiliares de Sanidad.

Los resultados de la supervisión quedarán asentados en un acta, a fin de dar seguimiento a los posibles hallazgos que requieran de atención y se registrarán en el Sistema Informático.

Para lo anterior, durante la supervisión se deberá solicitar al responsable de la campaña la documentación referente a las actividades a fin de analizar la información vertida en dichos documentos, así como el correcto llenado de los mismos.

La supervisión de las actividades de campo estará enfocada a la revisión de las acciones estratégicas de la campaña (exploración, muestreo, control químico y biológico), a fin de determinar la adecuada aplicación de las metodologías descritas en el manual operativo y la estrategia nacional de la campaña, verificando que la información plasmada en los documentos antes mencionados concuerden con las actividades realizadas en campo.

5.9. Informes

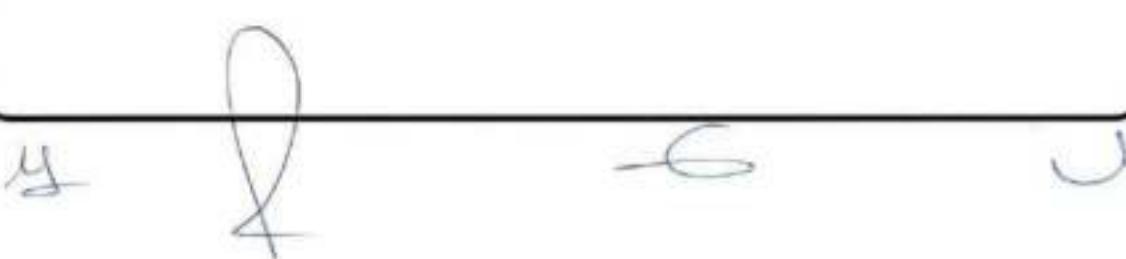
El Coordinador de Proyecto Fitosanitario, o el Responsable, debe elaborar un informe mensual de las acciones realizadas en la campaña con la finalidad de conocer el cumplimiento de los objetivos y metas durante el mes, el cual deberá incluir el avance de las mismas conforme al programa de trabajo y justificar los retrasos o incumplimiento de éstas en su caso.

De manera complementaria se deberán generar informes cada semana y se enviarán a la DGSV, en los cuales se incluirá un resumen de las actividades realizadas.

Al término del ejercicio fiscal se debe realizar un informe anual de las acciones realizadas y los resultados obtenidos; así como el cumplimiento de metas alcanzadas.

5.10. Evaluación

El objetivo de la evaluación es analizar el cumplimiento de los objetivos, metas y resultados establecidos en el Programa de Trabajo de la campaña validado por la DGSV, en términos de su actividad, su eficacia y su eficiencia para obtener conclusiones que permitan retroalimentar la gestión de la campaña en años siguientes; dicho análisis incluye la revisión del ejercicio de los recursos y los impactos fitosanitarios logrados, así como la identificación de las causas que impiden el cumplimiento de las metas y proponer acciones para mejorar operativamente la campaña fitosanitaria.



La acción deberá llevarla a cabo el Coordinador o el Responsable de la campaña, en su ausencia, por el Gerente del Organismo Auxiliar de Sanidad Vegetal y remitirse a la Dirección General de Sanidad Vegetal.

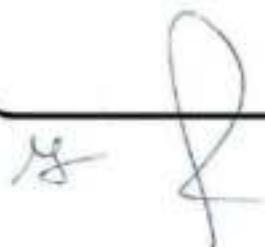
La evaluación puede ser documental o bien, incluir una fase de campo para recopilar la información, si se considera la fase de campo, el tamaño de muestra deberá ser entre el 1 y el 2% del total de predios atendidos en la campaña. Cabe señalar que el tamaño de muestra que se determine finalmente, estará en función de los objetivos, metas y resultados esperados comprometidos. Esta fase constará en la revisión de la aplicación de la metodología establecida para cada una de las distintas actividades contempladas dentro del Programa de Trabajo revisado y validado por la DCSV, de acuerdo a lo establecido en el presente Manual Operativo, a las disposiciones legales y a los criterios de toma de decisión a que deben apegarse el personal que participa en el desarrollo de la campaña.

Adicionalmente, se deberá comprobar que el manejo y ejercicio de los recursos económicos asignados a la campaña se realizó conforme a la normativa correspondiente y de acuerdo a lo establecido en el Programa de Trabajo, es decir, la adquisición de bienes materiales y servicios, así como su distribución. En el tema de recursos humanos considerar su asignación y carga de trabajo. Para lo anterior, deberá revisarse: la última acta de la Comisión de Sanidad e Inocuidad Agropecuaria (acta de cierre) y las actas mensuales, formatos físicos financieros, inventarios, nómina acumulada por recurso humano, avance acumulado de acciones realizadas y su documentación comprobatoria.

Finalmente, la evaluación de resultados concluye con la presentación de un informe, el cual también deberá de incluir la opinión o juicio del evaluador y recomendaciones. Este informe debe sustentarse con las cédulas resumen y de observaciones, donde se especifique las actividades evaluadas, tamaño de muestra utilizada, metodología y las deficiencias sustanciales identificadas (actividades que requieran ser reforzadas, mejoradas o corregidas), así como el sustento legal que indique las disposiciones incumplidas, recomendaciones sugeridas para promover su solución y cuando proceda los montos fiscales a aclarar y/o recuperar.

6. FUNCIONES DEL PERSONAL DE LOS ORGANISMOS AUXILIARES DE SANIDAD VEGETAL

Las funciones y/o responsabilidades del personal contratado por el Organismo Auxiliar de Sanidad Vegetal (OASV) serán las establecidas en los Lineamientos Técnicos Específicos para la Ejecución y Operación del Componente aplicable a Sanidad Vegetal vigentes.



7. BIBLIOGRAFÍA

- Amat García Germán. 2007. Fundamentos y métodos para el estudio de los insectos. Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Colombia.
- Astacio, C. O. 1981. Objetivos, tipos y métodos de prospección antiacridiana. Boletín Técnico Sanidad Vegetal No. 2. OIRSA. Departamento de Sanidad Vegetal. Nicaragua.
- Astacio, C. O. 1987. Manual del Prospecto Antiacridiano. Boletín Técnico Sanidad Vegetal No. 22. OIRSA. Departamento de Sanidad Vegetal. Nicaragua.
- Barrientos, L. 1992. Manual técnico sobre la langosta voladora (*Schistocerca piceifrons* Walker 1870) y otros acridoideos de Centro América y Sureste de México. FAO-AGCOLIO/RSA. San Salvador, El Salvador. 162 p.
- Barrientos, L. 2003. Orthopteros Plaga de México y Centro América: Guía de Campo. Instituto Tecnológico de Cd. Victoria, COSNET, SEP-CONACYT. México. 114 p.
- Bateman, R.P. 1992. Controlled droplet application of mycopesticides to locusts. In: Biological Control of locusts and grasshoppers. Lorner, C.J. and C. Prior (eds.). Wallingford, Inglaterra; CAB International. pp. 249-254.
- Berlanga, A.M., Ayala, M.A., Montesinos, R. & Rodríguez, J.C. 2016. Manual de Exploración para la Colecta de Hongos Entomopatógenos. Centro Nacional de Referencia de Control Biológico. Dirección General de Sanidad Vegetal. SAGARPA. SENASICA. Tecomán, Colima, México. pp. 54. ISBN: EN TRAMITE.
- Borror, D.J. y D.M. DeLong. 1971. An introduction to the study of insects. 3th. Ed. Holt Reinehart and Winston. New York, U.S.A.
- Castel, J.M. et A. Ouattara. 1977. Point Sur les principaux acridicides. Bureau d'Etudes de OCLALAV. Organization Commune de Lutte Antiacridienne et de Lutte Antaviaire. Montpellier, France.
- Centre For Overseas Pest Research (COPR). 1982. The locust and Grasshopper Agricultural Manual. Published by The COPR. London, England.
- Contreras, S.C. 2013. Ficha técnica de la langosta Centroamericana (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker). En: La plaga de la langosta Centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker). Galindo M. M.G., Contreras S.C., Ibarra Z. E. (eds.). Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria SINAVEF, Universidad Autónoma de San Luis Potosí UASLP. México. pp: 17-36.

Handwritten signatures and initials are present at the bottom of the page, likely indicating review or approval. The signatures include a stylized 'M', a signature that looks like a 'J' or 'L', a signature that looks like a '6', and a signature that looks like a 'U'.

Duratan, J. F., F.M. Launois, M.H. Launois-Luenget M. Lecoq. 1987. Guía práctico de luta contra los Galanhotos Desvatadores no Brasil. FAO.CIRAD/PRIFAS.GERDAT.Montpellier, France.

FAO 2004. Evaluation of field trials data on the efficacy and selectivity of insecticides on locusts and grasshoppers. Pesticide Referee Group. Ninth meeting. Rome 18-21.

Garza U. E. 2005. La langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* y su manejo en la Planicie Huasteca. Campo Experimental Ébano, Campo Experimental Ébano. INIFAP-CIRNE. San Luis Potosí, México. Folleto Técnico Núm.12; 23.

González, G.A & F.S. 2015. Drones Aplicados a la Agricultura de Precisión. Universidad de Cundinamarca, Universidad Nacional Abierta y a Distancia y Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

Greathead, D. J. 1992. Natural enemies of tropical locusts and grasshoppers: their impact and potential as biological control agents. In: Biological Control of Locusts and Grasshoppers. Edited by C. J. Lomer and C. Prior. CAB International. p. 105-121.

Greewood F. 2016. Drones para la Agricultura: "Prevenir la Propagación de la Langosta del Desierto" África. P.8-9.

Hernández Velázquez, V. M. & A. M. Berlanga Padilla. 1997. Evaluación de *Metarhizium flavoviride* Gams & Rozypal aplicado como polvo humectable, concentrado emulsionable y a ultra bajo volumen sobre ninfas de *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker. En: Memoria XX Congreso Nacional de Control Biológico. Guadalajara, Jal. 13 y 14 de noviembre. pp. 42-44.

Hernández Velázquez, V. M., A. M. Berlanga Padilla & E. Garza González. 1997. Detección de *Metarhizium flavoviride* sobre *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera: Acrididae) en la Isla Socorro, Archipiélago de Revillagigedo, México. Vedalia 4: 45-46.

Hernández Velázquez, V. M., A.M. Berlanga Padilla & L. Barrientos Lozano. 2000. Vegetable and mineral oil formulations of *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* to control the Central American Locust (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) (Orthoptera: Acrididae). J. Orthoptera Res. 9: 223-227.

http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.senasa.gob.pe/images/sanidad_vegetal/programas_fitosanitarios/mip_langosta

Kooyman C. & P. Shah. 1991. Exploration for locust and grasshopper pathogens. p. 208-213. De by C.J. Lomer and Prior. In: Biological control of locusts and grasshoppers.

MS

LB

U

Moore, D.; R. P. Bateman; M. Corey and C. Prior. 1995. Long-term storage of *Metarhizium flavoviride* conidia in oil formulations for the control of locusts and grasshoppers. *Biocontrol Science and Technology* 5: 193-199.

Pereyra, E.C. 1991. Biología y control de la langosta *Schistocerca piceifrons* (Walker) orden Orthoptera familia Acrididae en el Estado de Yucatán. Tesis de Licenciatura. Chapingo, México.

Poot Pech Mario Antonio, Daniel Piste Güemez, Gonzalo Chi Caamal, Néstor Chi Poot y Gabriela Alcalá Dávila. 2018. Uso Potencial de los VANT (Vehículos Aéreos No Tripulados o Drones) para el muestreo de la langosta voladora (*Schistocerca piceifrons piceifrons*). SENASICA-CESVY. México.

Poot Pech, Mario Antonio. 2016. Ecología de la langosta (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) y su pronóstico de brotes en el estado de Yucatán. Tesis de Doctorado. Instituto Tecnológico de Conkal. Yucatán. México.

Prior, C. 1992. Discovery and characterization of fungal pathogens for locust and grasshopper. C.J. Lomer and C. Prior (ed.). Wallingford, Inglaterra; CAB International. pp 159-180.

Prior, C.; C.J. Lomer; H. Herren; A. Paraiso; C. Kooyman and J.J. Smit. 1992. The IIBC/IITA/DFPV collaborative research programme on the biological control of locusts and grasshoppers. In: Biological control of locust and grasshopper. C.J. Lomer and C. Prior (ed.). CAB International. pp 8-18.

SAGAR, 1997. Apéndice Técnico de la campaña contra la langosta. SAGAR - CONASAG - DGSV. Serie Apéndices Técnicos. Manual 2. México, D.F.

SENASICA-DGSV. 2016. Langosta Centroamericana [*Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker, 1870)] (Orthoptera: Acrididae). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria-Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria-Grupo Especialista Fitosanitario. Ficha Técnica. Tecámac, México 18 p.

Steedman, A. 1988. The Locust Handbook. 2nd Ed., Edit. Overseas Development Natural Resources Institute. London, England.

Trujillo, C.P. La langosta *Schistocerca* 1975. El problema de paranensis Burd. Sociedad de Geografía y Estadística de Baja California. Tijuana, B.C. 151 p.

Van Huis A, Cressman K, Magor J.I. 2007. Preventing desert locust plagues: optimizing management interventions. *Entomologia Experimentalis et Applicata*. 122:191-214.

Zumbado, M. A. y Azofeifa, D. 2018. Insectos de Importancia Agrícola. Guía Básica de Entomología. Heredia, Costa Rica. Programa Nacional de Agricultura Orgánica. 204 pp.






8. ANEXOS

ANEXO 1. PRINCIPALES ACRIDOIDEOS PRESENTES EN MÉXICO

1.1. *Schistocerca pallens* (Thunberg 1815)

1.1.1. Características morfológicas

- ⇒ Estas langostas presentan tubérculo prosternal muy fuertemente inclinado hacia atrás, y con su extremidad tocando el mesosternón.
- ⇒ Fémures posteriores con la cara externa nítidamente delimitada en dos zonas por una banda negra mediana, y con la parte inferior muy blanca (figura 1 A).
- ⇒ Insecto alargado, fino, con la frente un poco inclinada hacia atrás.
- ⇒ Lóbulos laterales del pronoto con una banda negra ligeramente más estrecha que en el caso de *S. piceifrons*; continua e interrumpida por un trazo blanco. (figura 1 B)
- ⇒ Fémures posteriores con una zona blanca, englobada por una media luna negra, casi circular (figura 1 C).



Fig. 1 Adulto de *S. pallens*. A) Franjas en fémur posterior. B) Lóbulos laterales del pronoto. C) Fémures posteriores con zona blanca, englobada por línea negra.

M.A.
F.J.

L.G.

J.C.

- ⇒ Los saltones (ninfas), en general son verdes y muy raramente café claro. La franja negra del fémur se observa claramente desde los primeros estadios, así como la franja sub-ocular (Figura 2).



Fig. 2. Ninfas de *S. pallens*

- ⇒ Esta especie no tiene la capacidad de formar bandos y/o mangas.

1.1.2. Ciclo biológico

- ⇒ Presentan dos generaciones anuales que se traslapan con las de *Schistocerca piceifrons*: la primera generación va de mayo-septiembre y la segunda es de septiembre-abril, observándose tanto adultos como ninfas. Con densidades de población muy altas en periodo de cópula y de oviposición, siendo el suelo preferido para ovipositar el negro-arcilloso.
- ⇒ El apareamiento se presenta en abril-junio y agosto-octubre, para la segunda generación.
- ⇒ El periodo de incubación de los huevecillos es de 25-65 días.
- ⇒ El desarrollo ninfal se presenta en los periodos septiembre-diciembre y mayo-julio, pasando por seis estadios.

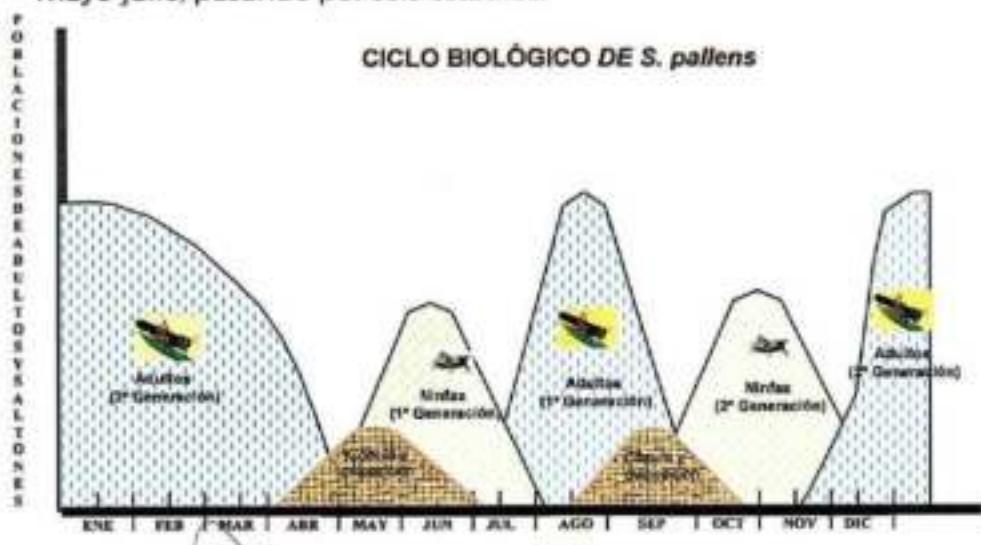


Gráfico 1. Ciclo biológico que presenta *S. pallens* en México.

H

L

J

Esta especie se encuentra frecuentemente asociada con *Schistocerca pictifrons* y *Schistocerca nitens*; aunque no siempre se encuentran las tres especies juntas.

1.2. *Schistocerca nitens* (Thunberg 1815)

1.2.1. Características morfológicas

- ⇒ Insecto casi del mismo tamaño que el anterior, con un gran dimorfismo sexual.
- ⇒ Tibias posteriores variables, entre rojizo, violeta oscuro o sin color particular y con el tubérculo prosternal vertical.
- ⇒ Pronoto con una banda clara dorsalmente (Figura 3 A).
- ⇒ Bordes paralelos fuertemente estrechados en el metatórax. El borde posterior claramente anguloso (Figura 3 B).
- ⇒ Lóbulos laterales del pronoto sin banda negra bien marcada (Figura 3 C).
- ⇒ Fémures posteriores con la cara externa con una línea de puntos negros bien definidos (Figura 3 D).
- ⇒ Color variando del pardo en su mayoría a verde raramente liso o moteado según el medio.
- ⇒ La franja sub-ocular en todos sus estadios es casi imperceptible, siendo una característica que sirve para diferenciarla de las especies anteriores (Figura 3 E).
- ⇒ Los saltones (ninfas) son casi siempre verdes y en muy raras ocasiones café claro.

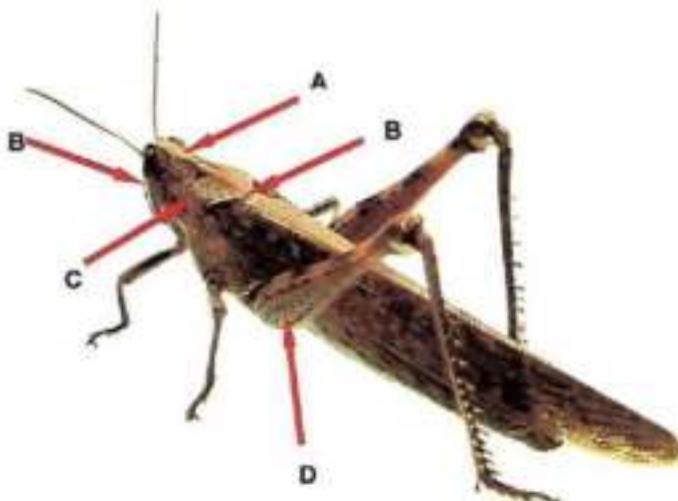


Figura 3. Adulto *Schistocerca nitens*

H *R* *L* *J*

1.2.2. Ciclo biológico

- ⇒ Presenta dos generaciones anuales, observándose a los adultos en enero-junio, presentándose el periodo de cópula y oviposición en mayo-junio.
- ⇒ Las ninfas de la primera generación se observan de junio-agosto y los adultos de julio-septiembre.
- ⇒ Las ninfas de la segunda generación se presentan de octubre-diciembre, dando lugar nuevamente a la generación de adultos de enero-junio.

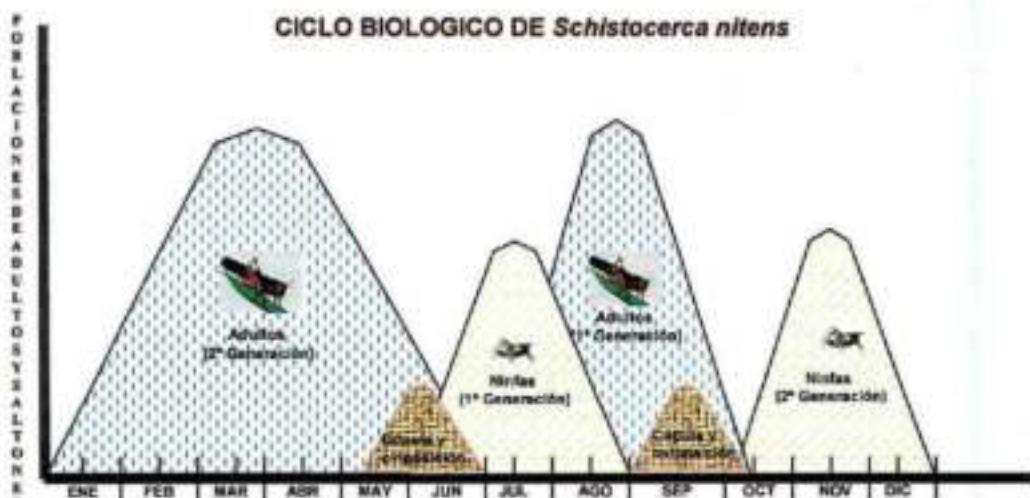


Gráfico 2. Ciclo biológico que presenta *S. nitens* en México.

Aunque el ciclo biológico de *Schistocerca nitens* difiere de *Schistocerca piceifrons piceifrons*, ambos se traslanan por lo que es común encontrar simultáneamente ninfas y adultos de ambas especies. Las densidades de población son en ocasiones muy altas, sin embargo, no es una especie gregaria.

Se encuentra casi siempre asociada con *Schistocerca piceifrons*. Se localiza en manchones de maleza y pastizal de 2-3 m de alto y en malezas alrededor de los cultivos, el hábitat preferido es similar al de *Schistocerca piceifrons piceifrons*.

AS

✓

6

U



DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL

MANUAL OPERATIVO DE LA CAMPAÑA
CONTRA LANGOSTA

Clave: MOCL-DPF-01

Versión: 2

Emisión: 06/2019

Página 48 de 48

ANEXO 2. FORMATO DE PROSPECCIÓN ANTICRIDIANA

FORMATO I.
PROSPECCIÓN ANTIACRIDIANALOGO DEL COMITÉ
ESTATAL

INFORMACIÓN DE LA PROSPECCIÓN ANTICRIDIANA		1	2	3	4
SEÑAL					
FECHA					
MUNICIPIO					
LOCALIDAD(es)					
NOMBRE DEL PREGRESIVO PRODUCTOR					
COORDENADAS	(X)				
	(Y)				
SUPERFICIE EXPLORADA					
ECOLOGÍA:					
HABITAT (CULTIVO, BALDÍO, ACOSTADERO, MONTE, RASTROJO)					
CANTIDAD DE LLUVIA (BAJA MODERADA O ALTA)	B M A	B M A	B M A	B M A	
HUMEDAD DEL SUELO (HUMEDAD/SECO)	H S	H S	H S	H S	
LANGOSTA					
PRESENCIA O Ausencia	P A	P A	P A	P A	
MUESTREO					
SUPERFICIE MUESTREADA					
SALTOS					
ESTADO MINIMAL 1,2,3,4,5,6	1 SL TOD TOG CR	2 SL TOD TOG CR	3 SL TOD TOG CR	4 SL TOD TOG CR	5 SL TOD TOG CR
FASE (SOLITARIO, TRANSICIÓN, GREGARIA)	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6
CRÓMATISMO (VERDE, VERDE MANCHADO, AMARILLO O ROJO)	NV NM NR NN	NV NM NR NN	NV NM NR NN	NV NM NR NN	NV NM NR NN
PORCENTAJE DE CRÓMATISMO					
CONDUCTA (AISLADO, DISPERSO, EN GRUPO)	A D G	A D G	A D G	A D G	
DENSIDAD DE SALTOS	BI MD AL	BI MD AL	BI MD AL	BI MD AL	
BANDOS					
ESTADO DE BANDOS 1,2,3,4,5,6	1 SL TOD TOG CR	2 AP AA AR	3 AP AA AR	4 AP AA AR	5 AP AA AR
TAMAÑO DE BANDO (B ² O HA)	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6
NÚMERO DE BANDOS					
ADULTOS					
ADULTOS (INMADURO, MADURO)	I SL TOD TOG CR	M AP AA AR	I SL TOD TOG CR	M AP AA AR	I SL TOD TOG CR
FASE (SOLITARIO, TRANSICIÓN, GREGARIA)	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6	1,2,3,4,5,6
CRÓMATISMO (PARDO, AMARILLO)	AP AA AR	AP AA AR	AP AA AR	AP AA AR	AP AA AR
CONDUCTA (AISLADO, DISPERSO, EN GRUPO)	A D G	A D G	A D G	A D G	
DENSIDAD DE ADULTO (BÁSICA, MEDIA Y ALTA)	BI MD AL	BI MD AL	BI MD AL	BI MD AL	
REPRODUCCIÓN (COPULANDO, OVOPositando)	C O	C O	C O	C O	
MANGAS					
ADULTO (INMADURO, MADURO)	M I	M I	M I	M I	
TAMAÑO DE LA MANCA (km ² O HA)					
REPRODUCCIÓN (COPULANDO, OVOPositando)	C O	C O	C O	C O	
VOLANDO (DIRECCIÓN)					
ALTURA DE VUELO* (BAJA, ALTA)	B A	B A	B A	B A	
CONTROL					
NOMBRE DEL PRODUCTO Y FORMULACIÓN					
DOSIS DE APLICACIÓN (LTROS/Ha O kg/Ha)					
CANTIDAD (LITROS O KILOGRAMOS)					
SUPERFICIE TRATADA (Ha)					
TERRESTRE O AEREO	T A	T A	T A	T A	
% DE MORTALIDAD ESTIMADA					
COMENTARIOS					

Prospecto:

Firma del productor

Firma del productor

Firma del productor

Firma del productor

Revisado por:

Fecha:

* Si vuelan en el doble de plantas lo bajo y si vuelan por arriba de la vegetación es alta.