



ORGANISMO INTERNACIONAL
REGIONAL DE SANIDAD
AGROPECUARIA

Plan de acción para el manejo de Langosta Centroamericana

DIRECCIÓN REGIONAL DE SANIDAD VEGETAL



ORGANISMO INTERNACIONAL
REGIONAL DE SANIDAD
AGROPECUARIA

Plan de acción para el manejo de Langosta Centroamericana

Enero de 2019

ORGANISMO INTERNACIONAL REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA

DIRECTORIO

M.SC. EFRAÍN MEDINA GUERRA

Director Ejecutivo

MVZ. OCTAVIO JAVIER CARRANZA DE MENDOZA

Director Técnico

M.SC. NOEL BERMÚDEZ CRUZ

Director de Administración y Finanzas

M.SC. ABELARDO DE GRACIA SCANAPIECO

Director Regional de Salud Animal

DR. CARLOS URÍAS

Director Regional de Sanidad Vegetal

ING. RAÚL RODAS SUAZO

Director Regional de Servicios Cuarentenarios

PH.D. LAURIANO FIGUEROA QUIÑÓNEZ

Director Regional de Inocuidad de Alimentos

OIRSA

Calle Ramón Belloso, final pasaje Isolde,
Edificio OIRSA, colonia Escalón,
San Salvador, El Salvador
PBX: +(503) 2263-1123/ +(503) 2209-9200
www.oirsa.org
oirsa@oirsa.org

COMUNICACIÓN INSTITUCIONAL Y RELACIONES PÚBLICAS

M.Sc. JUAN PABLO GUZMÁN
comunicaciones@oirsa.org
Tel: + (503) 2209-9200



Esta es una publicación de la Dirección Regional de Sanidad Vegetal del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y difusión de material contenido en este manual técnico para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización escrita de los titulares de los derechos de autor. Se prohíbe la reproducción del material contenido en este manual técnico para reventa o fines comerciales sin previa autorización escrita del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.

©Derechos Reservados.

Dirección Regional de Sanidad Vegetal – OIRSA.

Dr. Carlos Urías– Director.

curias@oirsa.org

Unidad de Comunicación Institucional y Relaciones Públicas

comunicaciones@oirsa.org

Como citar este documento:

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.

“Plan de acción de manejo de la langosta centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* y la atención de brotes en la región de OIRSA”.

Primera edición, 2019.

ISBN: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

No. de páginas: 72

www.oirsa.org

Prefacio

En la historia de la humanidad la langosta (Orthoptera: Acrididae) ha ocupado un lugar preponderante entre las plagas agrícolas, ya que siempre se le ha asociado al hambre y a la calamidad. En Centroamérica la langosta Centroamericana o voladora *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker 1870 es el acrídido que mayores daños ha registrado, es una plaga cíclica que aparece en ciertas épocas, sobre todo en años de intensa sequía. Su aparición en ocasiones es sorpresiva, ocasionando un despliegue táctico inmediato de parte de las autoridades en Sanidad Vegetal para su contención.

El monitoreo constante y el seguimiento de las áreas de crecimiento de la langosta constituyen el eje fundamental de su manejo preventivo, así como el desarrollo de las capacidades de los oficiales a cargo del programa de vigilancia de ésta plaga ya que uno de los problemas es que el personal con el que se cuenta es relativamente nuevo o desconocen los aspectos básicos de su identificación, biología, control entre otros; pues la aparición de la plaga puede tardar varios años. Es importante el desarrollo de las actividades en periodos de recesión o baja población de la plaga, así como en periodos de brotes, esto contribuirá al mayor conocimiento ecológico de la langosta para cada país, este conocimiento será un gran acervo para el desarrollo de planes de vigilancia y contingencia para cada país.

Por ello es importante la formación y posterior consolidación del comando regional de atención de la langosta para el análisis de la situación acridiana en la región e intercambio de información entre los países, así como el desarrollo de modelos de pronóstico y mapas de peligro para la zona. Será necesario el seguimiento de la información a través de Sistemas de Información Geográfica para determinar las zonas de mayor riesgo. De esta forma se tendrá la información para la correcta toma de decisiones y evitar este flagelo agrosanitario.

El presente documento sobre el “Plan de acción de manejo de la langosta Centroamericana *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker 1870) y atención de brotes en la región del OIRSA” pretende ser un documento de referencia con sustento técnico-científico para el manejo de la langosta en la región, dirigido a las personas que tienen la responsabilidad de operar u organizar un plan de ataque contra la langosta en cada país.

Sinceramente.

Mario Poot

Contenido

Introducción

10

Glosario de términos

12

I. Protocolo de diagnóstico de la langosta voladora

16

1.1. Diagnóstico de ortópteros	16
1.2. Suborden ensifera	18
1.3. Suborden caelifera	19
1.3.1. Familia Romaleidae	19
<i>Tropidacris cristata var dux</i> o <i>Tropidacris dux</i> .	19
<i>Taeniopoda obscura</i> , <i>T. varipennis</i>	20
<i>Chromacris colorata</i> .	20
1.3.2. Familia Acrididae	21
1.3.3. Subfamilia Acridinae	21
<i>Achurum sumichrasti</i>	21
1.3.4. Subfamilia Oedipodinae	21
<i>Heliastus sumichrasti</i> , <i>Leuronotina orizabae</i>	22
1.3.5 Subfamilia Gomphocerinae	22
<i>Rhamatocerus sp.</i>	22
1.3.6. Subfamilia Ommatolampinae	23
<i>Abracris flavolineata</i>	23
1.3.7. Subfamilia Cyrtacanthacridinae	24
<i>Schistocerca piceifrons piceifrons</i>	25
<i>Schistocerca pallens</i>	27
<i>Schistocerca nitens</i>	28
<i>Schistocerca damnifica</i>	28
1.3.8. Ciclo biológico de los Orthopteros	29
1.4 Colecta de ejemplares: reactivos y equipos	30
1.4.1 Manejo de escímenes sin monta	31
1.4.2 Métodos en seco	31
1.5. Equipo de montaje de langosta en el laboratorio	32
1.6. Conservación	33

II. Protocolo de vigilancia y muestreo de la langosta voladora

36

2.1. Exploración (Vigilancia)	36
-------------------------------	----

2.1.1. Procedimiento de una exploración	36
2.1.2. Zonas a explorar	38
2.1.3. Rutas de exploración	38
2.1.4. Períodos de exploración	38
2.1.5. Información obtenida de la exploración	40
2.2. Muestreo.	39
2.2.1. Toma de muestra	41
2.2.2. Evaluación de densidades	41
2.2.3. Plantas asociadas a la langosta	44
2.3. Exploración con el VANT	45
2.3.1. Utilidad del VANT	45
2.3.2 Tipos de VANT	46
2.4. Aplicación móvil en prospección de langosta	48
2.5. Seguimiento a través del Geoportal	49

III. Protocolo para la detección y control de un brote, comunicación y accionabilidad en áreas urbanas, agrícolas, ganaderas y bosques

51

3.1. Protocolo de detección y control de la langosta	51
3.1.1. Detección de un brote	52
3.1.2. Áreas de control	53
3.1.1. Área ganadera	53
3.1.2. Área agrícola	53
3.1.3. Área de bosques	54
3.1.4. Área urbana	55
3.1.3. Control biológico y cuidados	56
3.1.4. Calibración de equipos de aplicación terrestre	57
3.1.5. Calibración de equipos de aplicación aérea	58
3.1.6. Evaluación	59
3.1.7. Consideraciones para la aplicación del control químico	60
3.1.8. Poblaciones a combatir	60
3.1.9. Cuidado en manejo de insecticidas	61
3.2. Protocolo de comunicación	62
3.2.1. Sistematización	62
3.2.2. Informe	64
3.3. Protocolo de accionabilidad	64
3.3.1. Responsabilidades	64
3.3.2. Expertos en langosta	66
3.3.3. Declaración de una emergencia fitosanitaria	66

IV. Literatura citada

68

Introducción

La langosta (Orthoptera: Acrididae) es una plaga importante en el mundo, todos los continentes presentan por lo menos una especie de éste insecto migratorio. En los últimos años se han reportado brotes de langosta en diversas partes del planeta: región Sub-Sahara África (2003-2005), Etiopia y Arabia Saudita (2008), Mauritania, Israel y Yemén (2012-2013), Madagascar (2013-2016) y Zambia (2017). Recientemente en Kazakhistan, Rusia, y otros países del Caucaso y Asia Central se tuvieron brotes de ésta plaga (2017), así como en China (2012-2016) y Australia (2010). En América en 2015 se tuvo un surgimiento de la plaga de la langosta en Argentina, así como en Bolivia y Paraguay (2017) (Cullen et al. 2017). En la región de Centroamérica se han tenido brotes en la Península de Yucatán, México, (2014), en El Salvador (2016) y Nicaragua (2017) (Poot-Pech 2017, 2018). Aun cuando no se sabe el tiempo de aparición de un nuevo brote de la plaga, se tiene conocimiento por ejemplo en la Península de Yucatán de cada 4 años se presenta con alta intensidad; en Argentina después de 70 años reapareció en 2015-17, el último surgimiento fue 1947-49 (Medina 2016), y aunque en Centroamérica su presencia ha sido menos constante es importante tener un pronóstico de su posible ocurrencia. La langosta puede alimentarse como manga de 30 ton de materia vegetal por día (Trujillo 1971) y provocar escasez de alimento, por lo que para su control se requiere bastante recurso económico sino se toman las medidas a tiempo (Cullen et al. 2017).

Históricamente países se han organizado para tomar medidas para controlar la langosta, frecuentemente asociado con el hambre y mitigar sus daños. México en 1924 y El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica en 1955 la declararon como plaga Nacional. En ésta región en 1946 se crea el CIPA (Comité Interamericano Permanente Acridiano), ésta se transforma en 1947 a CICLA (Comité Internacional para el Combate de la Langosta) que a su vez en 1953 evoluciona a OIRSA que actualmente atiende problemas fitozoosanitarios, incluyendo la plaga de langosta, y de movilización.

Los factores involucrados con los brotes de la langosta son básicamente dos: la precipitación (que proporciona la humedad ideal del suelo para la oviposición) y la temperatura (que debe ser ideal para el desarrollo de los huevos y ninfas -a temperatura alta el ciclo se acorta-). Adicionalmente el viento favorece la migración de las mangas (Symmons y Cressman 2001) lo que provoca que estas formaciones acridianas se desplacen hacia otros países o regiones, por lo que se hace fundamental la coordinación regional e intercambio de información.

Ante la presencia de brotes de la langosta en la región del OIRSA éste ha desarrollado una serie de estrategias a través de seguimiento de acciones para mitigar a la plaga, ha realizado capacitaciones, desarrollado documentos, material de divulgación y otorgado insumos para realizar un manejo eficiente de la plaga.

Debido a que éste acrídido es de presencia cíclica, se presenta cada determinado tiempo, varios años, mucho del personal oficial involucrado no conoce los aspectos básicos de identificación del insecto y su manejo, por lo que se requiere el desarrollo de un documento de referencia de plan de acción para hacerle frente a la langosta ante su posible surgimiento en la región.

Cada país posee su infraestructura y las formas de operar bajo el enfoque de vigilancia, el objetivo es estandarizar los mecanismos desde la identificación, muestro y accionabilidad para poder detectar oportunamente y controlar aquellos focos de la plaga que podrían extenderse.

El objetivo es establecer los procedimientos técnicos, con sustento técnico-científico y legal, para la ejecución del Plan de acción contra la langosta con el propósito de identificar, detectar y controlar oportunamente, el cual está compuesto de tres partes.

A) Protocolo de diagnóstico de la langosta voladora.

El objetivo es conocer los aspectos de la colecta, conservación e identificación de la langosta centroamericana *S. piceifrons piceifros*. En esta parte se abordan las familias y subfamilias taxonómicas asociadas a los nichos ecológicos en el cual se desarrolla la langosta.

B) Protocolo de vigilancia y muestreo de la langosta voladora.

El objetivo es contar con los elementos metodológicos para la vigilancia y el muestreo de las áreas con posible presencia de la langosta para la detección oportuna, se consideran los riesgos en base al ambiente y características evolutivas de la plaga.

C) Protocolo para la detección y control de un brote, comunicación y accionabilidad en áreas urbanas, agrícolas, ganaderas y bosques.

El objetivo es aplicar los procedimientos para la localización y control de un brote de langosta, así como la notificación y las acciones para mitigar la población plaga en diferentes escenarios. Se incluyen los aspectos técnicos y normativos para la declaración de una emergencia sanitaria, además de las responsabilidades de los actores en el manejo de éste acrídido.

Glosario de términos

Adulto: estado volador o estado maduro de la langosta.

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

Área de invasión: área geográfica determinada que tiene condiciones favorables para el establecimiento, cópula, reproducción y gregarización de la langosta, donde se forman las mangas y/o bandos.

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

Brote erradicado: es aquella superficie donde se detecta presencia y se aplican medidas de control, se considera brote erradicado por que se elimina una fase biológica de la plaga.

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

Combate: utilización de cualquier medio químico, cultural o biológico para mantener una plaga a una densidad menor a los daños económicos que pudiera causar.

Cromatismo: relativo al color. 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.

Diapausa imaginal: interrupción del desarrollo sexual, debido a las condiciones ambientales, se presenta principalmente por la época seca.

Efectividad biológica: resultado conveniente que se obtiene al aplicar un insumo en el control o erradicación de una plaga que afecta a los vegetales.

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

GPS: es la abreviatura de NAVSTAR GPS (Navigation System with Time and Ranging Global Positioning System) que en español significa Sistema de Posicionamiento Global con Sistema de navegación por Tiempo y Distancia. Es un sistema basado en satélites artificiales que brindan una posición precisa.

Gregariapta: especie con aptitudes para gregarizar.

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

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

Langosta transciens: evolución de la fase solitaria a gregaria o viceversa; los saltones con diferentes colores: verde manchado, amarillento, amarillo o rosa.

Langosta gregaria: 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 gregaria 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.

Ovipositar: acción de la hembra adulta de desovar o poner huevecillos.

Plan de emergencia: aplicación de un conjunto de medidas fitosanitarias de manera intensiva para eliminar a la brevedad posible los incrementos drásticos en la población de la plaga.

Prospección acridiana: actividades de exploración y muestreo para detectar o cuantificar poblaciones de langosta.

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

Superficie afectada: se refiere a aquellas áreas en donde se han presentado poblaciones suficientes como para causar daño económico.

Superficie caracterizada: es aquella donde se realizó exploración y muestreo, por lo que se conoce cuál es la situación real de la plaga.

Superficie controlada: se refiere a aquellos predios en donde se han implementado medidas y/o estrategias para el control de langosta.

Transgregans: individuo en la fase de transición, al pasar de la fase solitaria a la gregaria.

Transiens congregans: forma intermedia por la que pasa la langosta cuando cambia de la fase solitaria a la fase gregaria.

Transiens disocians: forma intermedia por la que pasa la langosta cuando cambia de la fase gregaria a la fase solitaria.



I. Protocolo de diagnóstico de la langosta voladora

I. Protocolo de diagnóstico de la langosta voladora

1.1 Diagnóstico de ortópteros

Los insectos son el grupo dominante de animales en la tierra, superan en número a cualquier otro animal terrestre y se encuentran viviendo en cualquier parte del planeta. El estudio de la diversidad de organismos y la relación entre si es la sistemática siendo esta una rama de la biología que engloba el estudio de las formas de clasificar a los organismos que es la taxonomía (Borror et al. 1989).

Los ortópteros –representados por unas 25,000 especies– constituyen un componente común de la fauna de insectos terrestres, y se distribuyen en la mayoría de las regiones biogeográficas del mundo, siendo más diversos en los trópicos. Los miembros de los dos subórdenes –que comprenden los Ortóptera, Ensifera y Caelifera– son generalmente fitófagos, aunque muchas especies son omnívoras (Borror et al. 1989). Estos revisten gran importancia en la dinámica de las redes tróficas de los biomas tropicales por constituir una fuente primaria de proteínas para aves, arañas y otros insectos. Dentro de los Caelifera, la superfamilia Acridoidea, conocidos como chapulines o saltamontes, son los herbívoros dominantes en la mayoría de los sistemas de pastizal.

Como consumidores primarios son importantes en el ciclo de nutrientes y de energía, y en años de explosiones poblacionales, compiten con el ganado y la fauna silvestre por el forraje. Dado su carácter de insectos herbívoros, un gran número de especies de Orthoptera son consideradas perjudiciales para las actividades agrícola–ganaderas (Pocco et al. 2010).

Numerosas especies de chapulines, principalmente de las subfamilias de Acrididae, Melanoplinae y Gomphocerinae y de la familia Romaleidae están involucradas en los daños a la agricultura. En comparación con los daños ocasionados por langostas y chapulines (suborden Caelifera), los perjuicios ocasionados por especies del suborden Ensifera (Gryllidae, Gryllotalpidae y Tettigoniidae) son mínimos (Pocco et al. 2010).

Es también importante establecer la diferencia entre los términos langosta y chapulín. El término langosta se aplica a ciertos acridoideos migratorios cuyo tamaño es grande, regularmente rebasan los 10 centímetros de longitud o más, los cuales debido a un incremento de población cambian de comportamiento, pasan de la forma/fase solitaria a una forma/fase gregaria, cambiando posteriormente de color y forma (transformación fásica), y requieren tener una zona geográfica de multiplicación y gregarización definida (área gregarígena).

Mientras que con el término de chapulín se denomina a aquellos acridoideos cuyo tamaño es de pequeño a mediano. Su longitud varía de 2 a 7 centímetros, aunque algunos pueden llegar a rebasar este promedio, que carecen de una transformación fásica y de una área geográfica de multiplicación y gregarización específica. No obstante, pueden presentar altas densidades, emigrar grandes distancias, tener conducta gregaria y ocasionar daños muy severos. En el caso del incremento de la población, puede ocurrir en cualquier lugar del área de

distribución de la especie, si las condiciones climáticas y ecológicas son apropiadas, lo cual no sucede con las langostas que tienen su sitio bien delimitado para este aspecto.

Es importante identificar correctamente a los insectos para poder desarrollar un programa de su manejo y no realizar acciones equivocadas (NIMF 27, 2016). En este documento señalamos las características más importantes para identificar a la verdadera langosta, las estructuras que las diferencian de otras especies y otros acridoideos importantes de la región.

La clasificación más actual de Orthoptera ha sido documentada por Song (2018) en la cual señala 4 infra órdenes, Gryllidea y Tettigoniidea (Ensifera) y Tridactylidea y Acrididea (Caelifera) formado por 16 superfamilias, para efectos del presente documento enfatizaremos en la superfamilia Acridoidea.

Algunas referencias recomendadas son:

- <http://orthoptera.speciesfile.org/HomePage/Orthoptera/HomePage.aspx>
- Para identificar diferentes especies de *Schistocerca* a través de caracteres morfológicos: <https://www.schistocerca.org/key.htm>
- Fontana P., Buzzetti, F. & Mariño P. 2008. Chapulines, langostas, grillos y esperanzas de México. Guía fotográfica. Edición Hand Books, Verona.

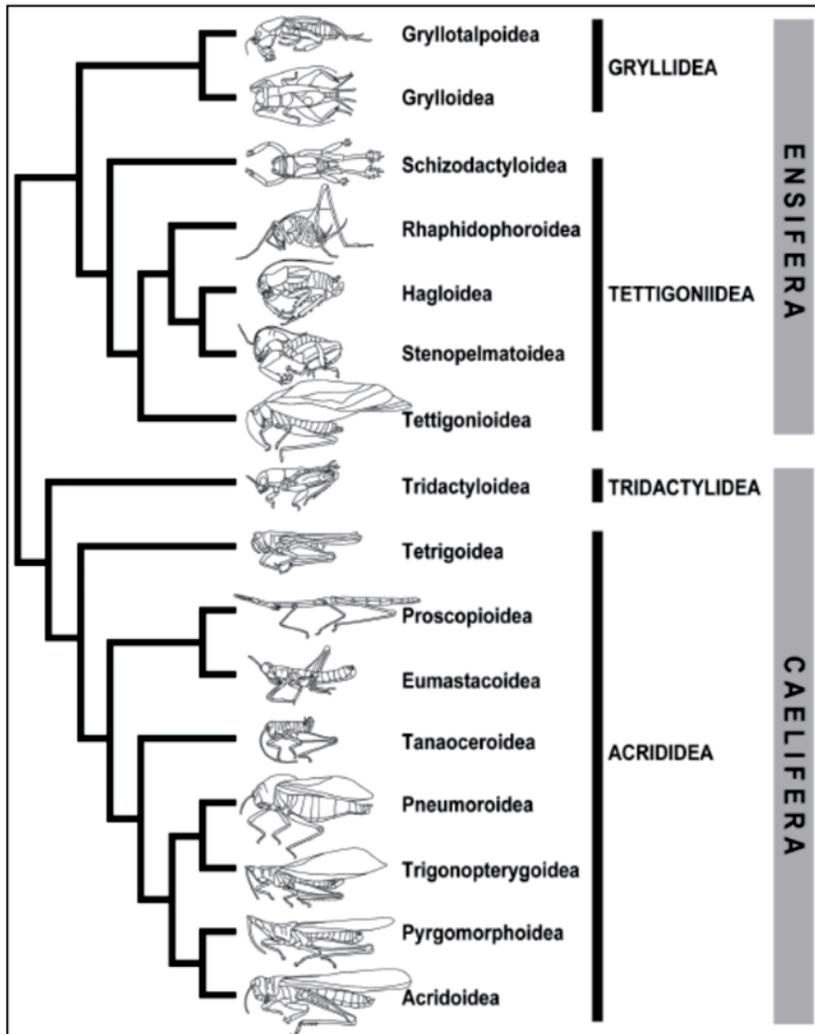


Figura 1.- Relación filogenética entre familias de Orthoptera (Song 2018).

1.2. Suborden ensifera

Son insectos saltadores y, por lo tanto, tienen los fémures traseros dilatados. El grupo incluye a los chapulines de antenas largas y a los grillos. Casi siempre tienen las antenas largas y delgadas, usualmente tanto o más largas que el cuerpo, y los tarsos de 3 o 4 segmentos. Los órganos timpanales o auditivos, si presentes, se localizan en la base de las tibias anteriores. Las especies que estridulan lo hacen frotando un borde agudo (raspador) de una de las tegminas contra una cresta estriada en forma de lima, en el lado ventral de la otra tegmina. Casi todas las especies tienen el ovipositor largo y delgado, en ocasiones tanto o más largo que el cuerpo. Puede tener forma de sable o ser cilíndrico. Para efectos del presente documento no nos avocaremos a este suborden ya que la langosta pertenece al suborden Caelifera.

1.3 Suborden Caelifera

Este grupo también está conformado por insectos saltadores que poseen los fémures posteriores engrosados. El suborden incluye a los chapulines de antenas cortas y a los chapulines pigmeos, casi siempre las antenas son relativamente cortas y los tarsos con 3 o menos segmentos. Los órganos auditivos o timpanales, cuando presentes, se localizan a los lados del primer segmento abdominal. Las especies que estridulan lo hacen frotando las ampollas de la cara interna de los fémures posteriores contra las tegminas o el abdomen, o chasquean las alas durante el vuelo. Todos los integrantes del suborden tienen cercos y ovipositor corto.

En las siguientes familias y subfamilias se describen de forma general los aspectos morfológicos, para hacer más entendible el grupo se adicionaron algunas imágenes, las cuales son de autoría o bien tomadas de internet. Cuando fuere este último caso se dio cita a la página correspondiente. Las especies citadas en el grupo son tomadas de Astacio (2004).

1.3.1. Familia Romaleidae

Los chapulines de esta familia son de tamaño mediano a grande (50-110 mm de longitud) y cuerpo robusto. Se reconocen, principalmente, porque en las tibiae posteriores tienen espinas apicales externas e internas fijas y usualmente el prosternon con una espina o tubérculo medio entre las coxas anteriores. Algunas especies tienen las alas cortas y no vuelan, mientras que en otras las alas posteriores tienen colores brillantes.

Tropidacris cristata* var *dux* o *Tropidacris dux

Son los acridoideos más grandes que se conocen. Tienen tegminas de color verde con nervación amarilla, alas rojas con márgenes de color negro. Pronoto rugoso con la carina media levantada con tres surcos pronotales. Tubérculo proesternal en forma piramidal. Las ninfas del macho son color gris-verde a negro, las hembras de color café, ambos con el cuerpo circulado de rayas amarillas.



Figura 2.- Adulto y ninfa de *T. dux*

Taeniopoda obscura*, *T. varipennis

Especie de tamaño grande y robusta. Pronoto elevado y con su margen posterior en ángulo agudo y el lateral arqueado. Fémur posterior delgado. Antenas amarillas con la parte apical negra. Alas rojas con una banda negra en el margen superior y región anal.



Figura 3.- Adulto *T. obscura* y *T. varipennis*
(<http://selvalin.blogspot.com/2009/09/saltamontes-jardineros.html>)

Chromacris colorata

Cuerpo color verde brillante, generalmente con manchas amarillas en las genas, parte facial y pronoto. Tibias con mancha amarilla, próxima con la articulación al tarso. Antenas amarillas con la porción apical negra. Alas rojas con una banda negra en el borde superior, la cual se prolonga hasta la parte axilar. Las ninfas de color negro con el borde superior y lateral del pronoto recorridos por una pequeña línea rojiza. Las manchas y líneas rojizas de las ninfas son amarillas en los adultos.



Figura 4.- Adultos de *Chromacris colorata* y en cópula
(https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Chromacris_sp_1.jpg).

1.3.2. Familia Acrididae

Esta familia agrupa aquellos insectos comúnmente conocidos como chapulines, langostas y saltamontes. Son reconocidos porque las patas posteriores son grandes y están adaptadas para saltar. Sus antenas son en la mayoría de los casos cortas, ovipositor corto, y el tímpano u órgano auditivo se sitúa en el aspecto dorsolateral del primer segmento abdominal. Los tarsos son invariablemente de tres segmentos: pueden ser alados, braquiópteros (alas cortas) o ápteros. Otro rasgo característico es el sonido que emiten cuando sus patas posteriores se frotan contra las tegminas produciendo un sonido conocido como estridulación y cuya función se asocia básicamente con actividades de cortejo y apareamiento.

1.3.3. Subfamilia Acridinae

La cara oblicuamente dirigida hacia atrás es un carácter que puede servir para distinguirlos de la mayor parte de otros acrididos, carecen de tubérculo prosternal y poseen alas hialinas. En la mayoría de los géneros, los machos tienen una hilera de ampollas estridulatorias diminutas en la cara interna de los fémures posteriores. Tales ampollas no están presentes en las otras subfamilias de Acrididae.

Los Acridinae no son abundantes como los Cyrtacanthacridinae y los Oedipodinae. La mayor parte se localiza a las orillas de los pantanos, en praderas húmedas y en lugares similares. Debido a que estos insectos raramente son muy numerosos no causan grandes daños a la vegetación.

Achurum sumichrasti



Figura 5.- Adultos de *Achurum sumichrasti*. <http://nwiassoc.com/>

1.3.4. Subfamilia Oedipodinae

Los insectos de esta subfamilia usualmente tienen las alas posteriores coloreadas. El pronoto tiene una cresta o carina media longitudinal y el margen posterior del pronoto se prolonga posteriormente en forma triangular. La cara es vertical o casi vertical.

Estos chapulines en ocasiones son muy comunes en áreas de vegetación rala y en las orillas de los caminos. En vuelo son muy conspicuos debido a las coloraciones brillantes de las alas posteriores y al sonido crepitante que producen al volar. En el reposo pueden ser poco notables porque, por lo general, las tegminas tienen color semejante al medio (lugares pedregosos o arenosos).

Heliastus sumichrasti*, *Leuronotina orizabae



Figura 6.- Adultos de la subfamilia Oedipodinae.
<https://www.naturalista.mx/taxa/177951-Heliastus>

1.3.5 Subfamilia Gomphocerinae

Conocidos como chapulines de cabeza inclinada. Poseen, en los fémures posteriores, un peine estridulatorio en su cara interna que golpean con las tegminas. Sin tubérculo proesternal o mínimo y alas posteriores hialinas.

Rhamatocerus sp.

Poseen, en fémures posteriores, un peine estridulatorio en su cara interna que golpean con las tegminas. Sin tubérculo proesternal o mínimo y alas posteriores hialinas. El pronoto con dos manchas negras en forma triangular, las cuales se continúan angostando en la central, formando un dibujo en X.



Figura 7.- Adultos de *Rhamatocerus viatorious*. <https://bugguide.net/node/view/1179796>

1.3.6. Subfamilia Ommatolampinae

Los adultos generalmente con coloraciones pardas y ninfas verdes, alas con base de color amarillenta. Su hábitat es el borde de montañas y lugares sombreados.

Abracris flavolineata

Fémur posterior con borde inferior amarillo claro. Línea amarilla clara en pronoto que cruza hacia fémur posterior.



Figura 7.- Adultos de *Abracris flavolineata*.

1.3.7. Subfamilia Cyrtacanthacridinae

El grupo contiene muchas especies comunes e incluye a la mayoría de los ortópteros plaga. La mayor parte de los chapulines de este grupo pueden reconocerse por la presencia de una espina o tubérculo prosternal, el pronoto es plano por el dorso y su margen posterior es redondeado.

La mayoría tiene la cara vertical o casi vertical, las alas posteriores por lo general son claras. Las características generales de la subfamilia son las siguientes:

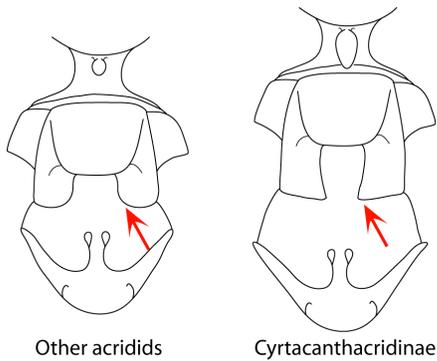


Figura 7.- Lóbulo mesoesternal en forma de media luna y ángulo agudo (Cyrtacanthacridinae) (Song y Wenzel 2008).

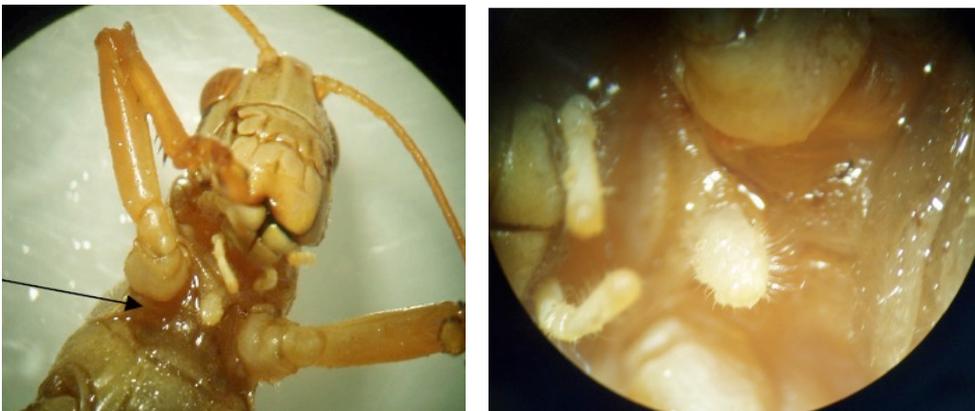


Figura 8.- Tubérculo proesternal presente erecto y pubescente. (Contreras y Magaña 2013).

Schistocerca piceifrons piceifrons

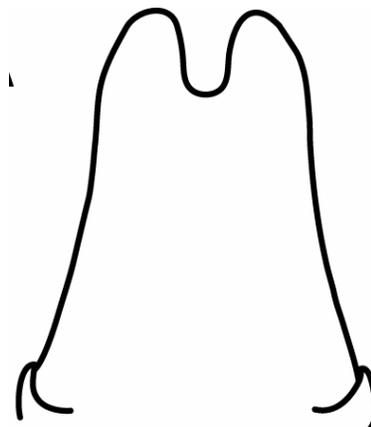


Figura 9. Placa subgenital bilobuda en los machos (Contreras y Magaña 2013).

Otras características fisiológicas importantes para la identificación de *S. piceifrons piceifrons* son las siguientes (Manual operativo 2008):



Figura 10. Franja subocular color café oscuro de forma triangular cubriendo gran parte de la gena, líneas blancas en el pronoto y línea negra sobre el borde de la carina superior externa del fémur posterior.



Figura 11. Franja blanca iniciando desde la parte dorsal de la cabeza hasta el ápice de la tegmina.

Cuando alcanzan la madurez sexual cambia su coloración a amarilla debido a la emisión de caroteno.



Figura 12. Langosta en madurez sexual, coloración amarilla.

Las ninfas presentan diferentes coloraciones dependiendo de la fase en la que se encuentren.



Figura 13. Coloración de ninfas de la langosta: solitaria, transiens y gregaria.

Otras especies con las que cohabita *S. piceifrons piceifrons* y puede producir confusión son las siguientes:

Schistocerca pallens

Fémures posteriores con la cara externa claramente delimitada en dos playas por una banda negra mediana y la parte inferior muy blanca. Rodillas posteriores con playa blanca englobada por una media luna negra casi circular. La banda negra del fémur es clara.



Figura 14. *S. pallens*.

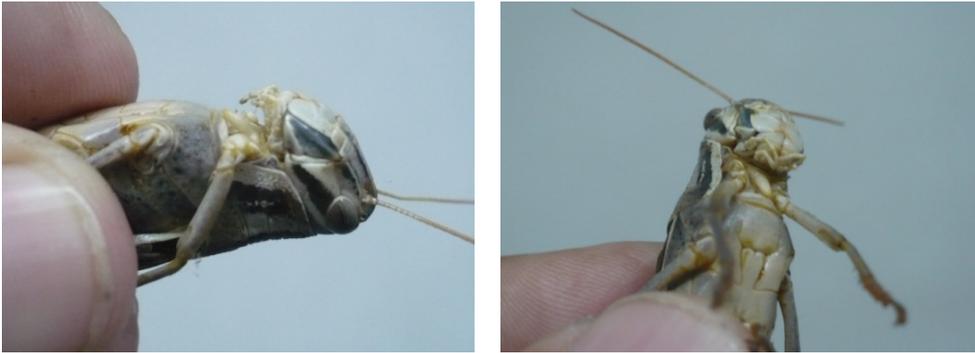


Figura 15. Tubérculo proesternal dirigida ventralmente.

Schistocerca nitens

El fémur posterior tiene puntos negros en la parte superior externa. La carina media pronotal está cortada por tres surcos transversales. Tubérculo proesternal recto y más pequeño que *S. pallens*. La franja subocular es tenue en ninfas y adultos.



Figura 16. *Schistocerca nitens*

Schistocerca damnifica

Es color crema o gris claro. La carina del pronoto es claramente elevada y posee pequeñas manchas en la parte esternal.



Figura 17. *Schistocerca damnifica*.

1.3.8 Ciclo biológico de los Orthopteros

Los orthopteros se caracterizan por ser insectos hemimetábolos (huevo-ninfa-adulto) (Symmons y Cressman 2001).

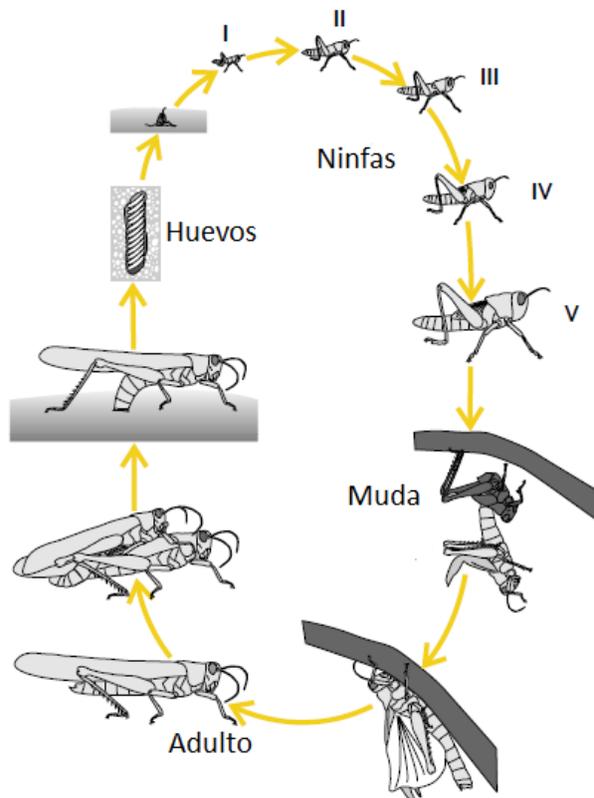


Figura 18. Ciclo biológico de la langosta.

1.4 Colecta de ejemplares: reactivos y equipos

En caso de adultos voladores se recomienda una red entomológica de mango largo y delgado, y una bolsa de nylon. En ninfas, una red entomológica con mango más corto y aro más grueso, puede hacerse de manta número 30.

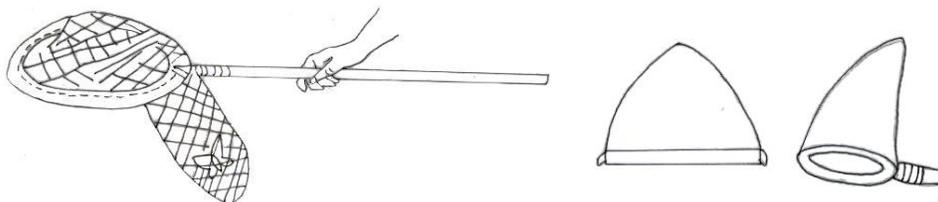


Figura 20. Red entomológica para insectos voladores y rastreros o saltadores.

Para sacrificar los insectos se puede emplear un frasco con cianuro, el cual consiste de:

- Capa de 1cm de espesor de cianuro.
- Capa de 2cm de espesor de aserrín.
- Capa de 1 cm de espesor de yeso más agua.

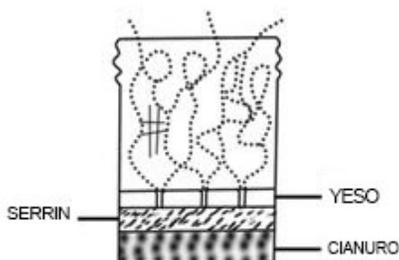


Figura 21. Frasco con cianuro para sacrificar insectos

Las botellas se dejan abiertas hasta el fraguado, después se introduce papel absorbente para recoger la humedad, y se cierra hasta que se vaya a usar. Como precaución adicional, la botella debe cubrirse con cinta engomada hasta arriba de la superficie del yeso. Cuando se pierde cianuro por el tiempo, debe enterrarse o incinerarse.

Ventaja de cianuro de potasio:

- Si se preparan bien, las botellas pueden durar de seis meses a un año.
- Los ejemplares permanecen limpios y secos.
- Botellas letales siempre listas.
- Mata rápidamente a la mayoría de insectos.

Desventajas de cianuro de potasio:

- a) Endurece los tejidos musculares (difícil arreglar alas y patas).
- b) Altera muchos pigmentos (excepto colores estructurales) y saca los intestinos rápidamente.
- c) Eleva la toxicidad para las personas.
- d) Los ejemplares desechados deben destruirse.
- e) Se necesita cuidado especial al trabajar con material muerto por su causa.

Se pueden emplear solventes orgánicos como acetato etílico, cloroformo, éter, tetracloruro de carbono, bisulfuro de carbono.

Otros métodos para matar los insectos son:

- a) En alcohol 70%, los insectos de cuerpo blando y ápteros pueden matarse y conservarse por este medio.
- b) Inyección con aguja hipodérmica (insectos grandes) de formalina 10%, alcohol 90%, CC14, acetato etílico.
- c) Con insectos que no sufren al ser mojados, se puede matar con agua hirviendo (larvas).
- d) En refrigerador, donde tardan días, pero agotan sus reservas de grasa y no pierden sus pigmentos.

1.4.1 Manejo de especímenes sin monta

Es importante sacarlos de las botellas de gas letal lo antes posible y meterlos frescos a las bolsas.

- a) Conservar en alcohol lo más cerca posible del 70% que cubra bien el espécimen. Como desventaja de este método, los insectos pierden muchos pigmentos. Si se pone al espécimen en una concentración menor del 70% de alcohol, los ejemplares se descomponen. Si es mayor se deshidratan. Una parte de la glicerina por veinte de alcohol evitará que los ejemplares de cuerpo blando se dañen al secarse en alcohol.
- b) Preservación en formalina. Una solución de formalina del 5 al 10% es más barata que el alcohol y preservará muchos de los colores de pigmento, (especialmente el verde) aun después de que los ejemplares han sido montados en alfileres. Desventajas: endurece los músculos de los insectos, da mal olor y vuelve áspera la piel del operario. En general, no se recomienda.

1.4.2 Métodos en seco

De preferencia no deben usarse en el trópico, cuando pueda usarse cualquiera de los métodos en húmedo.

Debe usarse una cajita con material suave, de preferencia papel absorbente en capas. La información correspondiente debe ponerse en cada capa. Es preferible guardar los especímenes en bolsitas de papel celofán o glassine. Pueden usarse cápsulas de gelatina para guardar desde uno hasta varios insectos.

Cuando los ejemplares se colectan en el trópico se cubren de moho y para evitarlo se puede inyectar una solución del 5 al 10% de formalina o bien alcohol al 70% con una aguja hipodérmica en las cavidades del cuerpo. Esto para evitar la descomposición de ejemplares de cuerpo grande.

1.5. Equipo de montaje de langosta en el laboratorio

Una vez muertos, los insectos deben montarse. El mejor alfiler es el alemán, esmaltado a fuego (negro). No se debe montar con alfileres de costura. Los alfileres varían desde el 000 hasta el 7, con un largo de 35 – 40 mm, excepto el 7 que mide 55mm. Los alfileres del 1 al 3 cubren casi cualquier necesidad.

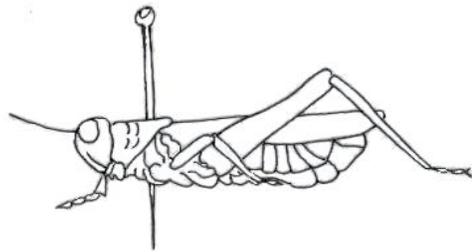


Figura 22. Montaje de Orthoptera.

Para extender las alas se emplea, generalmente, una prensa especial con una ranura longitudinal en medio, la cual puede hacerse más ancha a voluntad y en cuyo fondo existe corcho y es el lugar donde se clava el alfiler con la langosta. Enseguida deben ponerse 2 alfileres a los lados del abdomen del insecto para evitar que gire. Posteriormente, se extienden las alas, empezando por las de un lado y en el primer lugar la superior, la cual se sujeta, con un alfiler, en su borde. Para pasar después por debajo la inferior, como lo indica la figura. En esta prensa deben conservarse hasta que el abdomen se seque completamente.

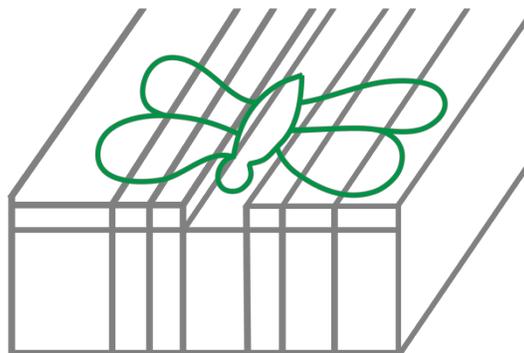


Figura 23. Montaje con alas abiertas

1.6. Conservación

Se deben coleccionar de 25 a 30 para conservar 15 a 20 (series) y tener representada una población. Es decir, una serie es una muestra representativa natural de una especie.

Un ejemplar no tiene valor científico sin etiqueta. Se debe preparar, de momento, una provisional y trabajar en la definitiva a la brevedad posible.

Asimismo, debe llevarse una libreta de campo sobre el trabajo desarrollado. La información mínima que se debe acotar en la libreta es: localidad, fecha, hospedero y colector. Cuando una etiqueta tiene estos datos, puede volverse al lugar en la fecha apropiada y buscar el insecto en su hospedera.

La información en las etiquetas debe escribirse con letra de molde sobre cartulina blanca con tinta china negra.

Razones:

- 1) La letra de molde es más legible.
- 2) La cartulina no se encarruja.
- 3) El papel de color se usa para los tipos.
- 4) La tinta china no pierde el color ni se extiende al poner la tarjeta en alcohol.

Las etiquetas deben de ser tan cuadradas como sea posible y de un tamaño más o menos pequeño, de ser necesario abreviar. Se cortan con unas tijeras filosas. Se colocan sobre un corcho para traspasarlas. Para empujarlas debe hacerse un agujerito. Si se suelta debe hacerse una nueva perforación. La superior debe llevar la información de localidad, fecha, colector y hospedera. La inferior tiene que llevar información sobre el insecto.

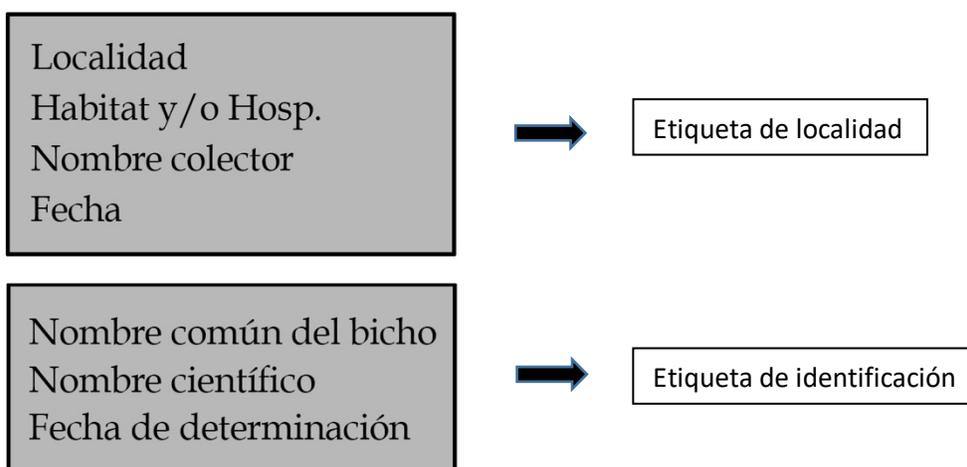


Figura 24. Información de las etiquetas

La etiqueta debe ponerse de tal forma que pueda leerse desde el lado izquierdo del ejemplar. Si se hace una provisional, esta se hace en un papel ligero, con lápiz y atravesando el papel doblado. Las etiquetas fotografiadas se decoloran en soluciones y, por lo tanto, no deben introducirse a frasquitos con alcohol.



II. Protocolo de vigilancia y muestreo de la langosta voladora

II. Protocolo de vigilancia y muestreo de la langosta voladora

La vigilancia fitosanitaria es parte fundamental de la protección sanitaria. La detección temprana, seguida de una respuesta rápida, puede reducir al mínimo los riesgos del establecimiento y diseminación de una plaga. En el caso de la langosta, un control tardío implica altos costos para su control y posibles daños a los cultivos (Magor et al. 2008).

El objetivo del presente protocolo es establecer la metodología para la detección oportuna de la langosta. Las acciones que se realizan para el cumplimiento del objetivo son la vigilancia, también llamada exploración extensiva, que se refiere a la detección (presencia o ausencia de la plaga); y el muestreo, señalado como exploración intensiva (cuantificación de la densidad y superficie en el que se encuentra la langosta).

Para fines del presente documento se llamará exploración a la exploración extensiva o vigilancia, y muestreo a la exploración intensiva.

2.1. Exploración (vigilancia)

De acuerdo a Trujillo (1975) y Barrientos (1992), las exploraciones son la revisión de grandes extensiones en el menor tiempo posible. En el muestreo se intensifica la búsqueda para establecer límites y densidades, sobre toda de infestación alta, para realizar medidas control. La exploración, en general, se realiza para obtener la información sobre la situación de la langosta y las condiciones del hábitat del campo. Con esta información se decide continuar con las exploraciones –en la misma o diferente ruta– o bien realizar acciones de control. El procedimiento de la exploración y muestreo es el que se grafica en la siguiente página (modificado de Cresman, 2001).

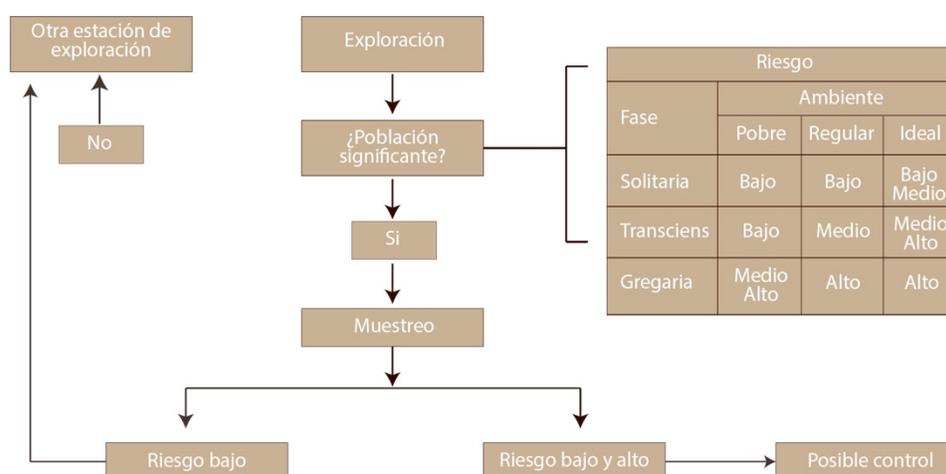


Figura 2.1.- Criterios de la exploración, muestreo y control en base a riesgo.

El riesgo bajo son poblaciones mínimas y se recomienda realizar más exploraciones. En el riesgo medio, las poblaciones son significantes y se requiere intensificar el muestreo. Mientras que en el riesgo medio-alto y alto, la población es muy significativa, por lo que se sugiere continuar los muestreos para delimitar el área con la plaga y realizar control.

2.1.1. Procedimiento de una exploración

- a) Se debe establecer una ruta de exploración, visitando periódicamente las áreas identificadas como favorables para la presencia de la plaga. La frecuencia de la visita estará en función del riesgo.
- b) Las áreas exploradas deben ser ubicadas mediante GPS o teléfono móvil, levantando un punto cada 20 hectáreas como máximo, que indique el área explorada y se anota la información en el formato de campo (Formato 1. Prospección Antiacridiana). Se deben realizar de 6 a 8 puntos de exploración (estaciones de exploración) por día.
- c) El desplazamiento del explorador en el predio estará en función de la distribución de la vegetación y condiciones favorables del sitio, pudiendo caminar en línea recta, si el terreno es homogéneo, o “m” si presenta muchas variaciones de hábitat.

La detección de poblaciones en riesgo determina que el explorador modifique su desplazamiento, de acuerdo a lo siguiente:

- 1) Determinar el área de infestación de la plaga mediante recorridos periféricos dentro de la zona explorada extensivamente.
 - 2) Cuando la superficie infestada es extensa, es necesario dividir la zona en áreas para facilitar esta 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.
- d) En las zonas donde existen períodos de migración de mangas muy marcados (por ejemplo, en la península de Yucatán, México, de agosto a septiembre y de diciembre a febrero de cada año), los exploradores realizan las labores de “ubicación de mangas”, que consiste en recorrer las zonas donde se sospecha que se desplaza la manga, siguiendo, principalmente, la dirección del viento. Esto con el objetivo de interceptarla en su ruta migratoria y ubicar con exactitud el sitio donde esta se posa para realizar, al día siguiente, el control respectivo. Es importante que el prospector delimite la superficie a tratar y los accesos para facilitar las labores de control al personal involucrado. Las rutas incluyen área agropecuaria y urbana, así como vegetación silvestre. Este control es nocturno por lo que debe de llevar el equipo de protección e iluminación para realizar un eficiente control de la manga. Todo el trabajo debe ser del conocimiento de la autoridad local.

2.1.2. Zonas a explorar

- a) Las exploraciones se realizan en áreas identificadas, donde tradicionalmente se reproduce y crece el insecto (zona gregarígena).
- b) Se exploran áreas donde anteriormente se detectó la presencia de la plaga, enfatizando en las que se sospeche se dieron las oviposiciones.
- c) Deben explorarse los lugares que presenten condiciones favorables para la presencia de la plaga, tanto áreas de pastizales como agrícolas, enfatizando en vegetación que aporte del hábitat ideal.
- d) Revisar los lugares aledaños a áreas quemadas, ya que ahí se desplazan las poblaciones de insectos solitarios e inicia la densación, la cual es una de las principales causas de la gregarización.
- e) En zonas que fueron rutas de migración de la langosta, incluyendo áreas de invasión, explorar aquellos lugares cuyos cultivos han sido abandonados por algún tiempo. Estos espacios son ideales para la formación de nuevos focos de infestación, así como orillas de drenes, canales, lagunas, etc.

2.1.3. Rutas de 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, comportamiento de la plaga, época del año, vías de acceso y composición de la vegetación.

Las zonas exploradas deben ser revisadas de manera constante para detectar oportunamente a la plaga. Al menos una vez por mes se debe revisar la misma área, y cuando se tengan poblaciones de riesgo medio a alto se realizan exploraciones por lo menos una vez cada 15 días. La cartografía y mapas actualizados deben ser utilizados para conocer detalladamente la situación general de la zona y facilitar la exploración al conocer las vías de acceso, fuentes de agua, topografía y otras variables que orienten al explorador.

2.1.4. Períodos de exploración

A fin de detectar oportunamente la presencia de la langosta, las exploraciones se deben realizar durante todo el año, poniendo especial atención en el estado biológico a detectar y época del año, de acuerdo a lo siguiente (Cullen et al. 2017):

Cuadro 2.1. Biología de la langosta centroamericana durante el año.

Biología	Meses											
	Ene	Feb	Mar	Abril	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
Ninfa						+	+			x	x	
Adulto	x	x	x	x	x			+	+			x
Copula				x	x				+	+		
Oviposición				x	x			+	+			
Mangas	x	x						+	+			x
Dirección migración de mangas**	SO	SO	SO					NE	NE			SO

x: segunda generación; +: primera generación. Nota: la biología puede adelantarse o atrasarse dependiendo de las condiciones ambientales. ** Para la Península de Yucatán, México.

- a) De enero a mayo se encuentran poblaciones de adultos, originados de la segunda generación del año anterior. En la zona de reproducción, la langosta se encuentra en “diapausa imaginal” generalmente en fase solitaria. Este período es el más importante desde el punto de vista de la lucha preventiva, porque si las langostas se pueden controlar, se evita que ovipositen en abril-mayo. Por ello, es imprescindible llevar a cabo el registro de las poblaciones más elevadas y la vegetación asociada, ya que probablemente en esos lugares se registren las oviposiciones e inicio de la primera generación. En este periodo, en ciertas áreas de México, se realizan las “quemadas agropecuarias” (para esperar el rebrote de pastos con las lluvias de junio). Por lo que es importante llevar el registro de los sitios quemados, ya que los lugares aledaños serían de desplazamiento de langostas y el área quemada es ideal para la oviposición. Como consecuencia de las quemadas agropecuarias pueden formarse mangas que se desplazan localmente, por lo que es importante estar alertas ante esta posible migración y proceder al control respectivo.
- b) De junio a septiembre se presenta la primera generación. De junio a julio aparecen las ninfas y de agosto a septiembre son los adultos. Durante este periodo se tiene mayor cantidad de cultivos establecidos por lo que el riesgo de daños aumenta. Debido a que este periodo se caracteriza por la presencia de lluvias intensas, se debe fortalecer el control biológico en etapa ninfal. Esto para aprovechar la alta humedad relativa prevaleciente en campo.
- c) De octubre a diciembre se tiene la segunda generación. Debido al crecimiento exponencial en este período, se tiene una mayor probabilidad de la presencia

de mangas. Es importante la detección de ninfas y adultos, para su control antes que se den las migraciones.

- d) La presencia de mangas en agosto y septiembre –para la primera generación y de diciembre a febrero para una segunda generación– tienen una dirección definida. Es importante que los exploradores conozcan sobre este comportamiento para una correcta ubicación de la manga, en caso de presentarse.

2.1.5. Información obtenida de la exploración

La información básica que debe registrarse en los documentos de las actividades de exploración son los siguientes:

- a) Fecha de la exploración.
- b) Coordenadas geográficas del punto en el área explorada.
- c) Especies vegetales predominantes y su asociación, especificando la fenología de la vegetación, la cobertura y el desarrollo. Esto poniendo especial atención a aquellas que sirven de refugio y alimento para ninfas y adultos y que, a la vez, influyen sobre la distribución espacial de los individuos, modificando su densidad y sus relaciones sensoriales.
- d) Presencia de concentraciones de agua y riachuelos.
- e) Se debe determinar las características del suelo (arena fina, arena gruesa, arcilla, etc.) y en lo posible el % de humedad.
- f) Presencia de ganado, apiarios y pequeñas poblaciones rurales.
- g) Condiciones ambientales.
- h) Presencia de la plaga, características físicas (color, tamaño), estado biológico (huevo, estadio ninfal, adulto), estado fásico, densidad y la superficie que ocupa.

El informe se debe complementar con datos proporcionados por los agricultores o ganaderos. Para el registro de esta información se utiliza el Formato 1 de la Prospección Antiacridiana.

2.2. Muestreo

Esta actividad está basada en los resultados de la exploración, para la obtención de datos representativos y precisos sobre las poblaciones de langosta y su evolución. Para el caso de poblaciones solitarias y en transición se debe obtener la densidad poblacional y la superficie que ocupan. En el caso de poblaciones gregarias, debido a que son incuantificables, solo se reporta el área afectada y si son bandos o mangas.

2.2.1. Toma de muestra

- a) Cuando se tenga duda sobre alguna especie en particular, se deben coleccionar las langostas, utilizando una red entomológica de golpeo o bien en forma manual. Se recomienda que la colecta se realice de 6 a 8 horas de la mañana, antes de que la plaga tenga actividad, para evitar que se escape. La mayor actividad se registra entre las 10:00 y las 15:00 horas del día.

- b) Para su identificación se hará uso de la información proporcionada en el protocolo de identificación de la langosta o enviarse a un laboratorio. La muestra colectada debe contar con los datos siguientes: número de la muestra, fecha de la colecta, localidad y municipio, vegetación donde fue localizada (nombre científico y/o nombre común de la planta hospedera principal y secundarias), nombre del colector y fecha de envío.

2.2.2. Evaluación de densidades

Para la evaluación de densidades –tanto de ninfas como de adultos– es importante definir las principales formaciones acridianas que presenta la langosta, para tener idea de cuáles poblaciones tenemos como resultado del muestreo. Las principales son las siguientes:

- a) **Solitarios:** formación constituida por individuos solitarios dispersos en bajas densidades, donde los insectos se localizan de distancias medias hasta centenares de metros. Interacciones débiles a nulas, limitadas a la actividad al momento de la cópula. Movilidad mínima, desplazamiento individual sin ningún estímulo mutuo. Normalmente predominan coloraciones verdes en estados ninfales.
- b) **Agrupados o manchones:** formación débil, constituida por *Transciens congregans* y/o solitarios agrupados frecuentemente por manchones de densidad elevada a muy elevada. Interacciones desde débiles a muy frecuentes, movilidad variable en función de la gregaridad de los individuos. Pueden estar formados de ninfas, adultos o ninfas-adultos. En caso de ninfas pueden ser de coloración verde manchado o rojo manchado.
- c) **Gregarios:** formación constituida de gregariaptos en densidades muy altas. Interacciones muy frecuentes e importantes. Movilidad elevada y considerablemente coordinada. Todos los individuos se desplazan en una misma dirección. En ninfas son llamados bandos y en adultos mangas.

Es importante calcular la densidad poblacional en las zonas exploradas para determinar si se requiere llevar a cabo una medida de control. La obtención de la densidad de adultos y ninfas se realiza de la manera siguiente:

1.- Contar todos las ninfas que brincan o adultos que vuelan sobre una banda de 100 metros de largo y 1 metro de ancho, al pasar el observador (Fig. 2). Para esto es FUNDAMENTAL llevar un contador manual que auxiliará al prospector en estas labores. El procedimiento es el siguiente: el prospector debe desplazarse 100 metros de largo y con una vara de aproximadamente 1.5 metros debe golpear la vegetación frente a él, para provocar el desplazamiento de las langostas y con su contador manual realizar el conteo respectivo del número de insectos. Solo se contabilizan las langostas que se encuentren en los 100 m². No se deben contar las que vuelen fuera del área establecida o que ingresen a esta superficie.



Figura 2.2. Muestreo de 100 m de largo x 1 m de ancho.

2.- Esta evaluación debe hacerse en las primeras horas de la mañana, cuando la temperatura es aún baja y la actividad del insecto es menor. Asimismo, debe efectuarse cuando el viento sea nulo o débil. La actividad se debe realizar en contra del viento para evitar contar un mismo insecto varias veces.

3.- Es importante que el personal de campo tenga experiencia en reconocer la especie, para poder determinar la langosta que les interesa contar, 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 *S. piceifrons*, se deben hacer colectas con redes entomológicas y hacer el conteo para determinar el porcentaje de cada una de las especies presentes. Posteriormente se tienen que descartar aquellas que no sean *S. piceifrons*.

4.- Estas evaluaciones de densidad se efectúan como una estrategia desde el punto de vista de lucha preventiva. Esto significa que los conteos se deben realizar sólo en poblaciones no gregarias. Cuando se tiene la existencia de una población muy densa, es decir, no cuantificable, se procede inmediatamente a realizar el control químico.

5.- Son necesarias por lo menos 5 repeticiones de 100 m², es decir la densidad en 500 m².

El promedio de esta operación determina las densidades.

Alta: > de 30 adultos/100 m

Media: = 10 a 30 adultos/100 m

Baja: <10 adultos/100 m

Para obtener la densidad media de adultos o ninfas por hectárea se utiliza la fórmula:

$$D. M.= \frac{\text{Número de langostas localizadas}}{\text{Superficie evaluada*}} \times 10,000$$

Superficie evaluada* = 100 x (número de conteos). El umbral que se debe considerar para establecer acciones de control puede determinarse a partir de las densidades medias.

6.- En el período de madurez y oviposición, se revisan los insectos colectados. En el caso de las hembras se extrae el abdomen para verificar el desarrollo de los huevos, y conocer si ya ovipositaron y tomar la decisión de controlar. Se realiza una regla de tres para extrapolar la situación de las langostas grávidas.



Figura 2.3.- Huevos de la langosta en desarrollo (i), y oviposición en el suelo (d).

En caso de haber ovipositado, se deben hacer muestreos en el suelo para detectar las masas de huevecillos (falsas ootecas). El indicador son 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.

2.2.3. Plantas asociadas a la langosta

El principal hábitat donde se desarrollan las langostas son los pastos en áreas de agostaderos o potreros (comunidades primarias) en mezcla con plantas secundarias, principalmente dicotiledóneas (Poot-Pech et al. 2017, 2018). También se prospeccionan sitios donde se tienen cultivos como maíz, frijol y caña de azúcar, altamente preferidos por la langosta.



Figura 2.4. Comunidad de primaria de la langosta, pastos buffel (Nicaragua) y guinea (Yucatán).

Cuadro 2.2. Plantas secundarias asociadas a las comunidades primarias de la langosta

Plantas secundarias		
Nombre común	Nombre científico	Nivel de importancia
Tamarindo xiu	<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
X'tes	<i>Amarantus spp.</i>	2
Cacahuanano	<i>Giricidia sepium</i>	2
Zac malva	<i>Waltheria americana</i>	2

3: alta preferencia, 2: mediana preferencia

También hay que poner atención en plantas presentes en época seca, las cuales pueden ser refugio o fuente de alimento e iniciar el proceso de agregación, como el caso de *Pisonia aculeata* (Nyctaginacea) (Poot et al, 2016). Para tener una idea clara sobre los pasos a seguir en el muestreo, en la siguiente figura se resume el procedimiento.

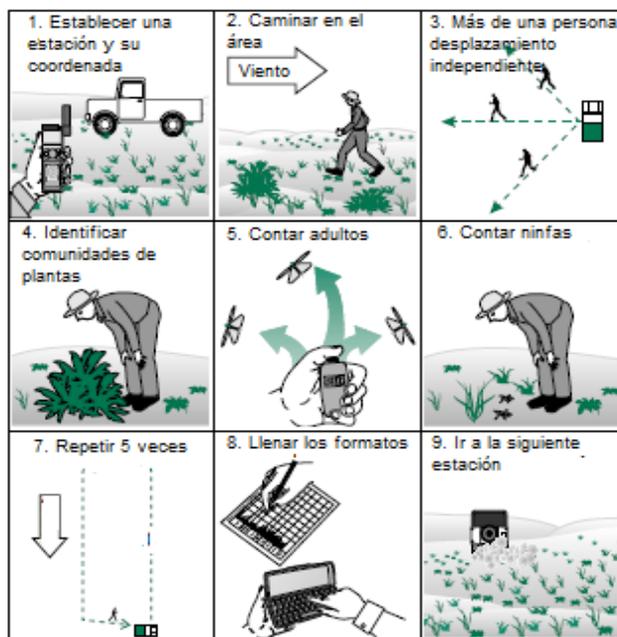


Figura 2.5.- Procedimiento de muestreo en las estaciones.

2.3. Exploración con el VANT

Una de las alternativas para la exploración de las áreas de desarrollo de la langosta, sobre todo en áreas muy extensas, es a través de la teledetección empleando fotografía aérea con avionetas (Hunter *et al.*, 2008), imágenes satelitales (Renier *et al.*, 2015), y recientemente la obtención de ortomosaicos y/o videos a través del uso de Vehículos Aéreos No Tripulados (VANT o Drones) (Kuandykov *et al.*, 2015). Este último posee la ventaja de que es posible obtener fotografías en tiempo real de forma económica, rápida, suficiente y confiable (Yue *et al.*, 2012).

2.3.1. Utilidad del VANT

Estos sistemas se pueden emplear para las siguientes situaciones:

- Detección de bandos o mangas en la zona gregarígena y su control oportuno.
- Detección oportuna de migraciones de mangas, antes de su ingreso a la ciudad o zonas urbanas.

c). Búsqueda de vegetación ideal (islas verdes) en período de sequía que emplea la langosta para alimentación como el pasto *Panicum máximum* (Poot-Pech et al. 2018) y refugio como el arbusto *Pisonia aculeata* (Poot-Pech 2016).

f). Obtención de características de su zona de reproducción a través de indicadores como el NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada, por sus siglas en inglés) obtenidas con fotografías aéreas de VANT o satelitales, el cual nos proporciona información sobre la salud de la vegetación. Esta información se puede asociar a posibles brotes de langosta (Renier *et al.*, 2015) o formaciones gregarias (Hunter *et al.*, 2008).

2.3.2 Tipos de VANT

Existen diferentes tipos de VANT que son diferenciados en términos de tipo de ala (fija o multirotor), grado de autonomía, tamaño, peso y fuente de poder. En forma general, un VANT está formado por la plataforma (el cuerpo del VANT), y el complemento como el sistema de carga (por ejemplo, material para extinguir fuego, aplicar plaguicidas, distribuir material, etc.) y diferentes tipos de sensores (cámaras RGB, infrarrojas, hiper o multispectrales, etc.) (Vergouw et al. 2016). Kuandykov *et al.* (2015) señala el uso potencial de los VANT en vigilancia de mangas de langosta, previo a la invasión de cultivos. Sin embargo, en la actualidad no existe un “paquete tecnológico” de esta herramienta para su uso en exploración de langosta. La clave es identificar un sensor ideal que pueda emplearse en: diferenciar la firma espectral del cuerpo de las langostas o caracterizar su hábitat.



Figura 2.6. Tipos de VANT empleados en caracterización del hábitat de la langosta. Typhoon Q500 (i) y Phantom 3 Advance(d)

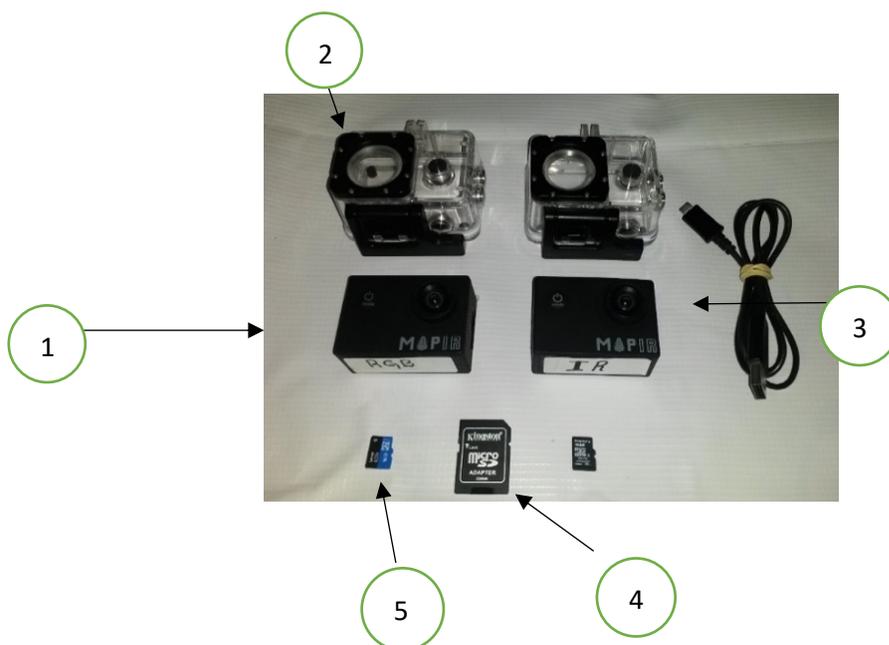


Figura 2.7.- Componentes de una cámara. 1.-sensor RGB e IR (previamente marcados)2.- Protector de cámara 3.- Cargador 4.- Micro SD 5.- Adaptador micro SD



Figura 2.8. Imagen RGB y NIR de plantas en la zona gregarígena de desarrollo de la langosta.

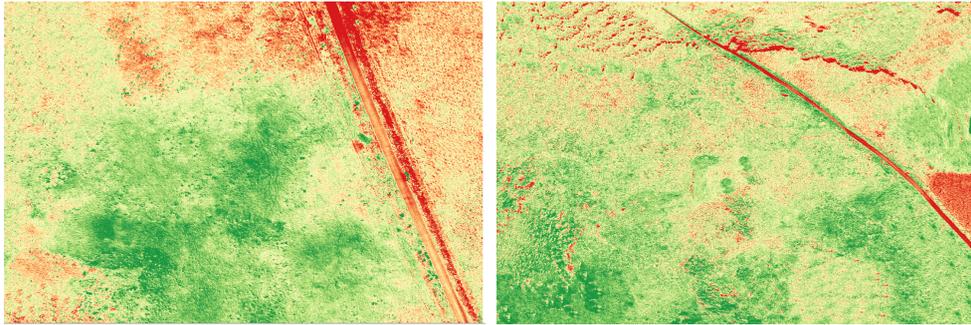


Figura 2.9. Mosaico en NDVI en época de sequía y lluvia en la zona de desarrollo de la langosta.

2.4. Aplicación móvil en prospección de langosta

Para contar con la información en tiempo real de los resultados de la prospección, exploración-muestreo, de las áreas recorridas o bien si se realizaron acciones de control y darle seguimiento; se debe utilizar una aplicación móvil para el ingreso de la información. Esto para posteriormente ser visualizado en un portal de información geográfico. Actualmente, existe la aplicación “SIMLAN”, utilizada en monitoreo de langosta en México, que puede replicar el principio en el resto de los países de Centroamérica.



Figura 2.10. Aplicación móvil para monitoreo de la langosta en México.

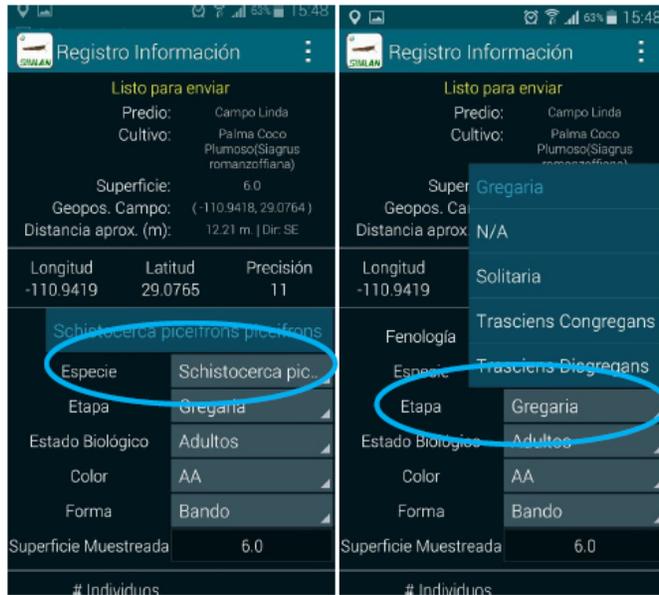
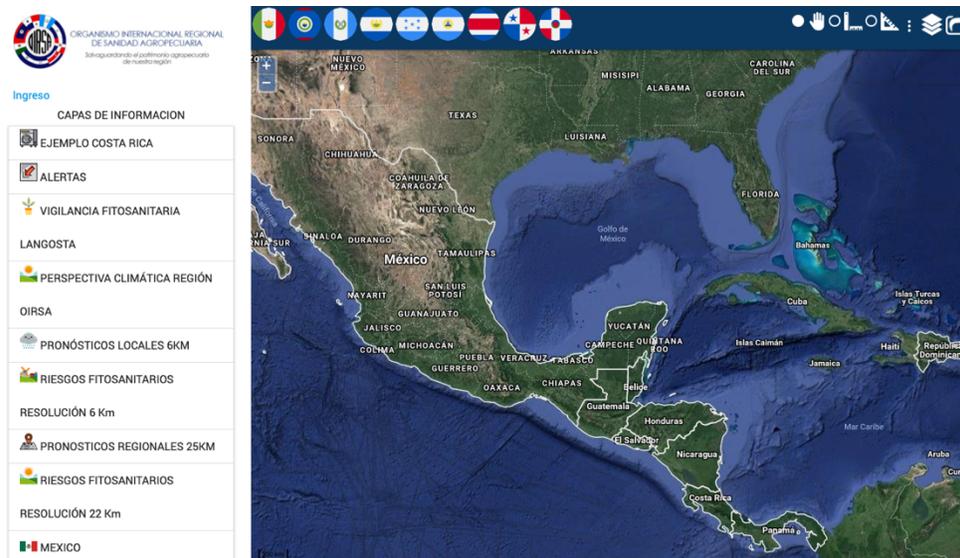


Figura 2.11. Información a ser ingresada en la aplicación móvil.

2.5. Seguimiento a través del Geoportal

La información ingresada en el móvil, o bien de forma manual, debe ser visualizada en un sistema como el geoportal.oirsa.org, el cual, teniendo como insumos las variables climáticas e información de la situación de la langosta obtenida por los oficiales de campo, desarrolla mapas de riesgo agropecuario. Los mapas son analizados y se comunican oportunamente a los países y productores.





III. Protocolo para la
detección y control de
un brote, comunicación y
accionabilidad en áreas
urbanas, agrícolas,
ganaderas y bosques

III. Protocolo para la detección y control de un brote, comunicación y accionabilidad en áreas urbanas, agrícolas, ganaderas y bosques

Para realizar las actividades de detección de la langosta, control, comunicación y accionabilidad se debe realizar una vigilancia y coordinación estrecha entre instituciones. Esto para evitar el posible aumento del área de desarrollo de la plaga. En ese sentido, se debe notificar al Ministerio de Agricultura de cada país y al OIRSA sobre la presencia de un riesgo de la langosta.

3.1. Protocolo de detección y control de la langosta

Es necesario tener claro cuatro conceptos (Van Huis et al. 2006, Magor et al. 2008, Sword et al. 2010) que son necesarios clarificar para el presente protocolo:

Brote (Outbreak): ocurre cuando la concentración y multiplicación de las langostas causa un marcado incremento en el número de insectos por superficie y estos se gregarizan a bandos (ninfas) o mangas (adultos). Puede ser un brote aislado o extendido y pueden concurrir, generalmente después de las lluvias cuando el suelo posee la humedad favorable para la oviposición.

Surgimiento (Upsurge): son periodos en el cual, después del brote, sigue dos o más fases de *transiens congregans* o gregarios que ocupan un área más extensa. El brote y surgimiento forman etapas sucesivas.

Recesión (Recessions): son periodos con muy baja población de langosta o ausente. El acrídido se revierte a la fase *transiens disocians* o solitaria, puede ser regional. De este concepto se deriva la zona de recesión (recession area) o gregarígena en la que la langosta siempre está presente (mínima o alta densidad).

Área de invasión (Invasion area): es la zona que generalmente es invadida por mangas en su ruta de migración, es un área muy amplia.

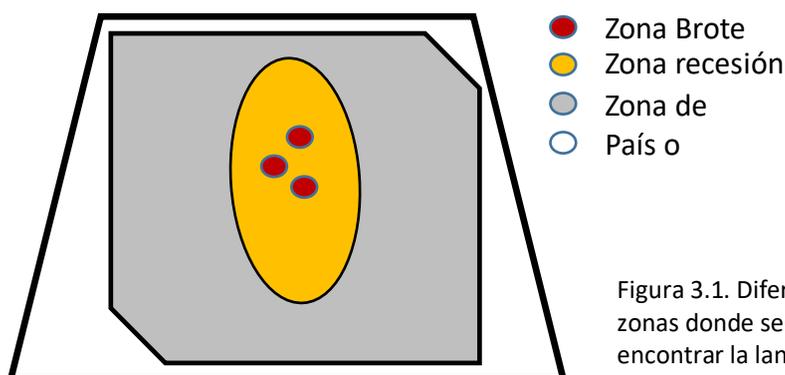


Figura 3.1. Diferentes zonas donde se puede encontrar la langosta.

3.1.1. Detección de un brote

En la figura 3.1, se puede ver que la zona de brote es el área más pequeña, donde se origina el problema. Por lo que es necesario detectarla oportunamente y realizar las medidas de control respectivas. Esto antes de tener un surgimiento y que se extienda el área de la langosta en la zona de recesión y, finalmente, se tenga una zona de invasión. La exploración y muestreo (2.1 y 2.2) son componentes básicos para esta detección temprana.

En la figura 3.2. se observa la evolución en fases de la langosta (Symmons y Cressman 2001) y las acciones a emprender una vez detectadas las langostas.

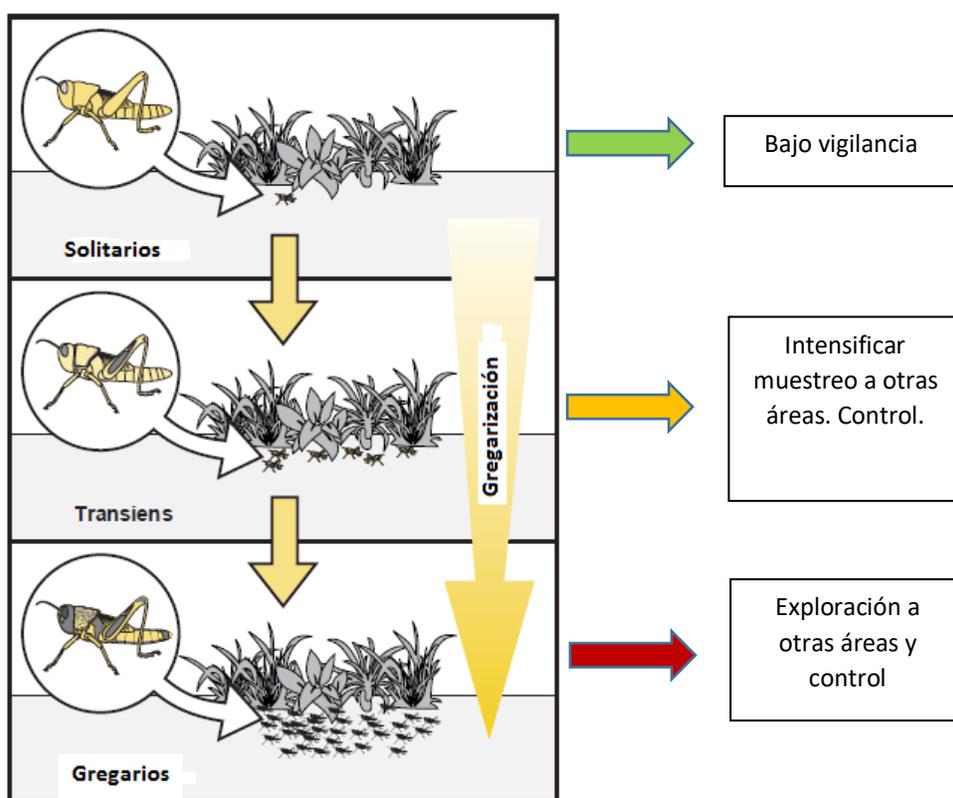


Figura 3.2.- Fases de la langosta (solitarios, transiens y gregarios) y respuesta ante su detección.

El Ministerio de Agricultura, en coordinación con el OIRSA, emitirán un acuerdo o resolución donde se establezcan las medidas, tiempo de acción y verificación de las medidas a través del personal oficial del Organismo.

3.1.2. Áreas de control

Es recomendable realizar las medidas de control preventivas en la zona de brotes o de recesión. Generalmente, esta se da en áreas de pastizales, por lo que existe mayor tolerancia de emplear diferentes insecticidas. A medida que se formen las mangas y estas migren a áreas forestales o urbanas, el problema se hace más complejo y la ventana de productos se reduce. Las medidas de control a emplear, en diferentes contextos, son las siguientes:

3.1.2.1. Área Ganadera.

En esta zona es donde generalmente inician los brotes de la langosta o se desarrolla el proceso de la agregación de las ninfas-adultos. Usualmente no representan riesgo de defoliación para la comunidad primaria de plantas, principalmente pastos, el cual está mezclado con malezas dicotiledóneas. El principal uso del suelo es la explotación ganadera extensiva. En este sistema se pueden realizar las labores de manejo preventivo con plaguicidas de acción lenta, sobre todo en ninfas, ya que no pone en riesgo algún cultivo de importancia económica. Los plaguicidas a emplear son los siguientes (Modificado de FAO, 2004):

Cuadro 3.1. Agentes de control a emplear contra la langosta en la zona ganadera.

Estado	Insecticida	Presentación	Tipo de aplicación	Grupo toxicológico ₁	Dosis (g i.a./ha)	Tiempo mortalidad ₂
Ninfa N1-N5 y adultos	<i>Metarhizium acridium</i>	Polvo o C.E.	Aplicación directa	EP	25-75	L
Ninfa N1-N3	Malathion	C.E.	Aplicación directa	OF	925	M
Ninfa N4-N5	Cipermetrina	C.E.	Aplicación directa	PY	40	R
	Deltametrina	C.E.	Aplicación directa	PY	10 a 15	R
Bando	Diflubenzuron	C.E.	Aplicación en barrera	BU	100	L
	Diflubenzuron	C.E.	Aplicación directa	BU	30	L
	Fipronil	C.E.	Aplicación en barrera	FP	0.8	R
Ninfa y adulto	Fipronil	C.E.	Aplicación directa	FP	2	R
	Cipermetrina	C.E.	Aplicación directa	PY	40	R

¹: OF organofosforado, PY piretroide, BU Benzoilurea, FP Fenilpirazol, ²: L lento (> 48 h), M moderado (4-48 h), R rápido (<4 h).

3.1.2.2. Área agrícola.

Se debe, en lo posible, evitar el ingreso de la langosta al área agrícola, ya que el abanico de productos con los que se cuenta es reducido. Sin embargo, cuando la

langosta se encuentra en esta área es necesario realizar la aplicación de insecticidas de acción rápida y evitar posibles daños a los cultivos. Su uso depende de la etapa del cultivo y la residualidad del mismo.

Cuadro 3.2. Insecticidas a emplear contra la langosta en la zona agrícola.

Estado	Insecticida	Presentación	Tipo de aplicación	Grupo toxicológico ¹	Dosis (g i.a./ha)	Tiempo mortalidad ²
Ninfa N4-N5	Cipermetrina	C.E.	Aplicación directa	PY	40	R
	Deltametrina	C.E.	Aplicación directa	PY	10 a 15	R
Ninfa y adulto	Fipronil	C.E.	Aplicación directa	FP	2	R
	Cipermetrina	C.E.	Aplicación directa	PY	40	R
Adulto	Clorpirifos etil	Polvo 3 %	Polvo, aplicación directa	OF	750	R

En áreas agrícolas o ganaderas donde se haya posado una manga y se detecte la presencia de ootecas en el suelo, se debe barbechar en predios donde esta práctica sea factible. Esto a una profundidad de 30 centímetros como mínimo, de tal forma que permita la exposición de los huevecillos a las inclemencias del tiempo, enemigos naturales y rayos del sol.

3.1.2.3. Área de bosques.

En áreas forestales generalmente la langosta se presenta como mangas, ya que el hábitat arbóreo no es su nicho ecológico, por lo que se puede aplicar los insecticidas mencionados en el caso del área agrícola. Sin embargo, si se presenta en áreas de reserva ecológica lo recomendable es NO APLICAR alguna medida de control químico. En este escenario se debe esperar a que la manga migre hacia otra zona para valorar su posible control.

El empleo de extractos vegetales no es un método común para controlar poblaciones de langosta. Sin embargo, bajo condiciones especiales –como migraciones en áreas boscosas o urbanas– es una alternativa viable. El principal extracto aplicado contra la langosta es el neem *Azadirachta indica*, recomendado para control de ninfas y adultos a dosis de 1 L/ha aplicado en 1-2 L de aceite observándose 67 % de mortalidad a las 48 h y 100 % a los 7 días (Garza 2005). Los compuestos que contiene esta planta son la calamina, salanina, malantriol, nimbidina, nimbina y azadirachtina; este último es el principal compuesto de la actividad insecticida: impide la muda en ninfas, reduce el movimiento, tiene efecto repelente y reduce la oviposición al afectar el metabolismo hormonal de la langosta (Hane y Thiam 2012). Los productos comerciales deben contener por lo menos 1 % de los compuestos mencionados (Sharma y Khan 2008).

3.1.2.4. Área urbana.

En esta zona pueden ocurrir migraciones de mangas que ponen en riesgo la vegetación arbórea del paisaje o natural. Se recomienda NO APLICAR medidas de control químico en este escenario. Sin embargo, si se presentan mangas o bandos que estén ocasionando daños, o bajo un análisis de pertinencia, se determina realizar alguna medida de control. Se pueden emplear insecticidas de bajo impacto ambiental, pero de acción moderada en tiempo, como los que a continuación se indican:

Cuadro 3.3. Insecticidas a emplear contra la langosta en la zona urbana.

Estado	Insecticida	Presentación	Tipo de aplicación	Grupo toxicológico ¹	Dosis (g i.a./ha)	Tiempo mortalidad
Ninfa	Imidachlopid*	C.E.	Aplicación directa	NE	10	M
Ninfa	Spinosinas**	C.E.	Aplicación directa	SP	9.6	L
Adulto	Cipermetrina	Formulación urbana	Aplicación directa	PY	40	R

¹: NE neonicotenoides, SP spinosinas. * Sabbour y Singer 2015 ** Hosny et al. 2010

Si la cantidad de langostas presentes es alta, pero en una superficie pequeña, se puede considerar la colecta manual. Aunque no se colecta el total de la población se puede reducir la densidad de la plaga sin perturbar el ambiente. Esto se puede realizar con una red entomológica (figura yy) o bien realizarlo con una bomba motorizada (figura xx).



Figura 3.3. Colecta de ninfas con red entomológica.



Figura 3.4. Colecta de ninfas con una bomba motorizada.

3.1.3. Control biológico y cuidados

Las experiencias desarrolladas indican que la estrategia de control biológico que se debe implementar para esta plaga es el control microbiano a base de *Metarhizium acridum* (Hernández Velázquez, 1997), el cual es un hongo identificado como parásito facultativo, que posee conidias que constituyen la unidad infectiva. El proceso infectivo se cumple 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 o vía oral. 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.

Los cuidados a tener en el manejo del material biológico son los siguientes:

- a) El producto se debe almacenar en lugares frescos una vez adquirido, sin exceso de humedad. Tampoco se debe guardar en áreas donde la radiación solar sea directa.
- b) Conservar y almacenar en el empaque original, etiquetado y cerrado herméticamente, separado de cualquier producto químico. No almacenar más de 1 mes. Los productos comerciales deben traer, por lo menos, en su etiquetado la concentración, porcentaje de germinación de la fecha de envasado y porcentaje de pureza. De no contar con esta información no se debe de adquirir el material.
- 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 y rayos UV.

- e) Cerciorarse de usar equipos limpios, en equipos terrestres usar boquilla cónica de gota fina, asperjando bien las partes de la planta donde se encuentra la plaga.
- f) La aplicación del entomopatógeno debe ser a Bajo Volumen a una concentración de $2-4 \times 10^{12}$ conidios/ha, lo que equivale a aplicar de 25 a 75 g de hongo formulado (conidios) los cuales deben ser suspendidos en 1- 3 litros de aceite respectivamente, dependiendo de la altura, densidad y tipo de vegetación (a mayor vegetación y altura, mayor cantidad de producto a aplicar).
- g) Las aplicaciones serán dirigidas principalmente a los primeros estadios ninfales (ninfa 1 y ninfa 2), ya que estas etapas son las más susceptibles.

3.1.4. Calibración de equipos 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.
- d) La concentración del producto en el aceite (g/l ó ml/l).
- e) La descarga de la boquilla.
- f) 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.
- g) 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.

Para realizar la calibración del equipo se debe:

- a) Verificar la ausencia de fugas o pérdidas que se tenga 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 bomba hasta una marca conocida.

- d) Aplicar la superficie requerida a una velocidad normal que pueda ser mantenida bajo condiciones de campo (en terreno plano u ondulado, evitando obstáculos) durante el período normal de trabajo.
- e) Medir cuanto aceite se necesita para volver a llenar la aspersora hasta la marca.
- f) Para obtener el volumen de aplicación por hectárea, multiplicar:

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

3.1.5. Calibración de equipos de aplicación aérea

El objetivo de la aplicación aérea es controlar un gran número de langostas en el menor tiempo posible. Esta actividad debe realizarse de preferencia en la zona gregarígena. Se recomienda realizarla cuando la superficie sea demasiada extensa para ser aplicado de forma terrestre y el factor tiempo juegue un papel importante. Debido a los riesgos por deriva, NO se recomienda realizar aplicación aérea con insecticidas químicos sintéticos, solo se empleará para realizar aplicaciones con *M. acridium*.

Los aspectos importantes a considerar son (adaptado de APCL, 2010):

- a) Antes del inicio de la aplicación se debe contar con las coordenadas geográficas de los vértices de los polígonos a aplicar y obtener la superficie total, los cuales deben coincidir en la cantidad de producto a aplicar.
- b) Se debe lavar el tanque de la aeronave, previo a la aplicación, así como las mangueras. Esto ante la posible presencia de residuos de agentes dañinos al entomopatógeno.
- c) Se sugiere el empleo de atomizadores Micronair AU 5000 ya que el tamaño de gota es más controlable, pues se requiere un rango de 60-120 μm, para que haya una cantidad aceptable de gotas/insecto.
 - Se recomienda por lo menos 6 atomizadores por avioneta para realizar la aplicación.
 - 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 200 km/h.
 - El flujo de la aplicación debe ser de 16.5 a 23 L/min (por 2 atomizadores) en un ángulo de 45°.

- 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.
- Se debe informar con antelación si será aplicación total o en franjas. En ambos casos la empresa de aplicación aérea debe entregar el reporte geográfico de la aplicación por día, en el cual se observa la ruta de aplicación de la avioneta, así como la cantidad aplicada y número de vuelos realizados.



Figura 3.5 Atomizador Micronair AU 5000

En caso de emplearse otro tipo de boquilla o atomizador debe evaluarse el tamaño de gotas y la cobertura.

3.1.6. Evaluación

Para dar seguimiento, en el caso de las poblaciones solitarias, es necesario cuantificar la densidad poblacional (langostas / 100 m²) antes de realizar la aplicación. Posterior al tratamiento, para el caso de las poblaciones gregarias, se mide el tamaño de la formación gregaria (m²) y después de la aplicación se da continuidad a la medición del tamaño y distancia de su desplazamiento.

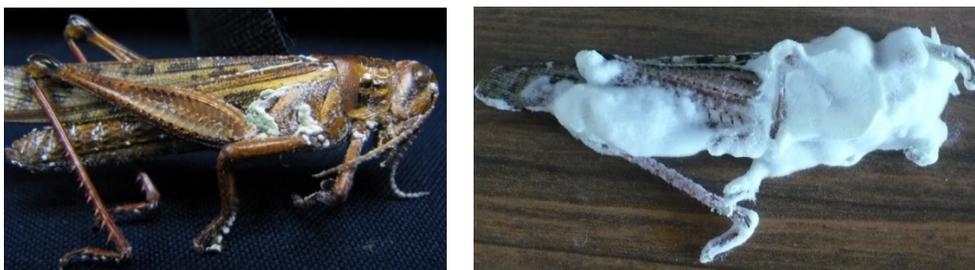


Figura 3.6.- *Metarhizium acridium* y *Beauveria bassina* espolvorado sobre la langosta.

3.1.7. Consideraciones para la aplicación del control químico

- a) Debe iniciarse cuando se encuentre una densidad promedio de 30 langostas por cada 100 pasos. Se pueden realizar controles en densidades menores si la plaga está cercana a un cultivo, próxima a ovipositar o ya se ha gregado.
- b) Es necesario verificar la mortalidad posterior al tratamiento, para evaluar su eficacia. Mortalidades superiores al 90% se consideran aceptables. En caso de haber realizado un mal control, se tiene que recurrir a una nueva aplicación, por lo que existe una mayor presión de selección y alto riesgo de manifestación de resistencia de la plaga. Para insecticidas de acción residual prolongada, el seguimiento debe ser cada 6 días y para los de contacto, después de 4 horas de la aplicación.
- c) En regiones donde la superficie es muy grande se deben considerar las aplicaciones a través del sistema de Franjas Repetidas (Reduced agent-area treatment, RAAT system, por sus siglas en inglés), que consiste en tener un área tratada y otra área sin tratar (ambas áreas alternadas y repetidas varias veces). La ventaja es que se aumenta la superficie a proteger. Las franjas sin aplicar preservan en mayor cantidad a los enemigos naturales que posteriormente ayudan a regular las poblaciones de la langosta. Debido a su movilidad, los acrididos se desplazan de la franja no tratada al área aplicada y así contaminan con el insecticida (Lockwood et al., 2000 y 2002). La distancia de las franjas y entre franjas depende del estado de la langosta (ninfa o adulto) y la fase (solitaria o gregaria). En aplicaciones terrestres se recomienda de 5 m de aplicación-sin aplicación y en aéreas 30 m aplicadas y sin aplicar.
- d) Para el combate de esta plaga, se utilizan exclusivamente los plaguicidas especificados dentro del presente documento. En caso de emplearse otro ingrediente activo debe solicitarse al **Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA)**.
- e) Independientemente del producto a aplicar, insecticida químico, entomopatógenos o extracto vegetal, un aspecto importante a considerar es el tamaño de gota. El diámetro ideal para el control de la langosta es de 50-100 μM : las gotas grandes caen cerca del aplicador y las gotas pequeñas se pueden ir fuera del área objetivo (Dobson 2001).

3.1.8. Poblaciones a combatir

- a) 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 física que presenten. En efecto, a pesar de su tendencia a la disociación, estas

formaciones son susceptibles de reagruparse rápidamente bajo condiciones favorables de reproducción.

b) Manchones

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 de ser necesario, se realicen nuevas acciones de control.

c) Combate de bandos o mangas

En general, la presencia de un gran número de bandos y mangas, conteniendo millones de individuos, indica el inicio de una invasión. Siendo una situación grave que demanda la intervención rápida de las brigadas de combate. El explorador debe interesarse en seguir la situación en un sector, para poder guiar a las brigadas de combate hacia las poblaciones más importantes.

En el caso de mangas, el control debe realizarse cuando los individuos se encuentran posados, ya sea en la noche o al amanecer. En el momento cuando las langostas se encuentran poco activas.

3.1.9. Cuidado en manejo de insecticidas

Con el fin de tener los cuidados en el manejo de los agroquímicos y material biológico con el cual se controla la langosta; y minimizar riesgos de accidentes, contaminación y alargar la vida útil de las aspersoras, se emiten las siguientes recomendaciones:

1. El lavado del equipo de protección personal se debe realizar de manera diaria al terminar la jornada laboral.
2. El overol o la ropa debe presentarse limpio en cada combate.
3. El encendido, calibración de las bombas y preparado del producto, se realiza dentro del área donde se hace el control químico, no en los caminos de acceso.
4. Se debe procurar que en los depósitos de las bombas no regrese residuo del producto aplicado tras el combate.
5. Las bombas utilizadas en la aplicación del producto se deben limpiar de manera semanal o en el menor tiempo posible, dependiendo del uso del equipo de aplicación.

6. Todo vehículo destinado para el combate debe tener agua limpia y jabón para el aseo personal después de cada jornada laboral.
7. Se prohíbe fumar o comer durante la aplicación química.
8. Jaulas para recepción de envases: se destina un lugar en donde se establece una jaula con las siguientes especificaciones: estructura de herrería de 2 x 2 metros, cerrada con malla ciclónica, dejando una abertura donde se colocará una bolsa transparentes para recolectar los envases.
9. Área de lavado de equipo de aplicación: se determina un área donde se lavarán los equipos de aplicación, el cual se construye de la siguiente manera: se traza un área de 3 x 3 metros que cuente con un cimiento y piso de concreto, seguidamente se coloca arena hasta alcanzar su nivel por encima del piso.
10. Equipo de contención de derrames: este contará con lo siguiente: un bote para basura con su bolsa protectora, una cubeta, polvo de grava, una pala de plástico, recogedor de plástico, escoba con cerdas de plástico.

3.2. Protocolo de comunicación

Se deben registrar y organizar claramente los datos obtenidos en el campo con el fin de enfocar al programa hacia un esquema preventivo. Para ello, la información obtenida de la exploración y muestreo –que se debe entregar al **OIRSA**– tiene que estar basada en las bitácoras de campo.

3.2.1. Sistematización

- a) Los datos obtenidos son analizados en el geoportal.oirsa y evaluados con el fin de:
 1. Definir nuevas áreas de exploración y muestreo.
 2. Determinación de áreas potencialmente susceptibles.
 3. Pronosticar la presencia de la langosta en tiempo y espacio.
 4. Determinar acciones de combate.

- b) Con base en la información incorporada se debe tener conocimiento sobre:
 - 1.- Localización: ubicación de un lugar explorado o muestreado en concreto.
 - 2.- Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales que presenta la plaga. La información incorporada al geoportal debe ser analizada con la finalidad de comparar:
 - Presencia de la plaga con relación al año anterior.
 - Distribución poblacional de las dos generaciones que se presentan en el año.

3.2.2. Informe

Una vez que se hallan detectado áreas que representen riesgos se debe realizar un breve informe por el Ministerio de Agricultura al **OIRSA**, conteniendo los siguientes elementos:

- Superficie con presencia de langosta en sus diferentes estados y fases.
 - Superficie con probables daños (si los hubiera).
 - Superficie combatida hasta el último corte (si se ha realizado).
 - Mapa sobre las formaciones acridinas (adulto o ninfa) y controles realizados.
 - Provincias con presencia de langosta.
 - Infraestructura con el que se cuenta: personal técnico, vehículos, insecticida, bombas etc.
- a) El país o región debe solicitar una reunión al **OIRSA** explicando los motivos. La autoridad a su vez pide un grupo técnico para que juzgue conveniente el análisis sobre la situación acridiana de un Estado o región.
 - b) En base a la información presentada, el **OIRSA** realiza un análisis económico para tomar acuerdos ya sea para: i. capacitar al personal que opera en la zona ii. financiar la adquisición de insumos iii. movilizar personal entre países, señalando el tiempo que se acuerde o en el que se pretenda reducir la población de la plaga.
 - c) Se debe acordar si el apoyo coordinado es para exploración, muestreo o control.
 - d) Se debe de realizar un informe diario de la superficie combatida y provincias en los cuales se realizó la acción por personal local y de apoyo a la contingencia. Además de un informe semanal sobre los alcances, logros y perspectivas.
 - e) Se pueden realizar reuniones de seguimiento a consideración del **OIRSA** e informar del orden del día en caso de realizar dicha reunión.

3.3. Protocolo de accionabilidad

Una vez que se hallan encontrado poblaciones altas de langosta y emitido la comunicación sobre la situación acridiana se procede a desarrollar la accionabilidad.

3.3.1. Responsabilidades

Las siguientes tareas inmediatas son obligatorias para cada uno de los participantes.

OIRSA sede

- Organizar y coordinar –en el ámbito territorial que se considere necesario– la integración, operación, supervisión y evaluación del plan de acción para reducir los riesgos de incremento de la superficie del brote.
- Convocar a una reunión urgente del grupo técnico de la langosta.
- Supervisar las actividades de la contingencia que se realizan acorde al presente protocolo por lo que deben llevarse a cabo en los meses de actividad y ser calendarizadas.
- Evaluar el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas en el programa de contingencia a través del Sistema de Planificación, Evaluación y Seguimiento del **OIRSA**.

OIRSA país

- Cumplir y ejecutar las disposiciones fitosanitarias correspondientes.
- Analizar la factibilidad de la búsqueda de los recursos en coordinación con el Ministerio de Agricultura para la atención de la contingencia.

Ministerios de Agricultura

- Dar cumplimiento a las disposiciones establecidas en el plan de acción.
- Gestionar los recursos económicos para la atención de la emergencia, así como el análisis de sus requerimientos:
 - Personal de apoyo.
 - Brigadas disponibles y necesarias.
 - Vehículos.
 - Plaguicidas.
 - Equipos de aplicación.
 - Equipos de protección.
 - Combustibles y lubricantes.
 - Ayuda de campo.
- Coadyuvar para integrar, a nivel local, las reservas de insumos fitosanitarios que permitan atender en forma oportuna, los brotes de la plaga y evitar los posibles daños a la agricultura local. Esta actividad debe ser coordinada y supervisada por los profesionales fitosanitarios a través del personal oficial del OIRSA.
- Delimitar las zonas infestadas. Con base en los resultados de la exploración y el muestreo, debe elaborarse un mapa de la comunidad, ejido, municipio o Estado, en el que se delimiten las diferentes zonas infestadas por la langosta, de acuerdo con los niveles de población y evolución fásica.
- Integrar las brigadas que deben ser conformadas por productores agropecuarios de las zonas infestadas, que ayudarán al personal técnico, en la aplicación de las medidas de combate.

3.3.2. Expertos en langosta

El grupo técnico conformado por los expertos de langosta se encuentra ya publicado en el portal de OIRSA www.oirsa.org/informacion señalado como “Comando técnico para la atención de la plaga de langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker 1870)”. Su función es analizar el desarrollo de la situación acridiana de forma periódica, emitir alguna recomendación o indicaciones en caso de presentarse un brote.

Es necesario realizar una carta compromiso con sus instituciones para que su inclusión sea de manera oficial y se disponga de ellos en caso de presentarse una emergencia fitosanitaria por la presencia de la plaga.

3.3.3. Declaración de una emergencia fitosanitaria

El “Compendio General de Normativos”, publicado por OIRSA El Salvador (enero 2016), señala en su reglamento de régimen financiero, capítulo V “Ejecución de los fondos de reserva de emergencia nacional”.

Artículo 17.- Para la utilización de los fondos de emergencia el Estado deberá emitir el acuerdo Ministerial que declare tal situación. Además, debe contar con el plan que indique la utilización de los recursos para hacerle frente a la emergencia en un plazo no mayor a 6 meses.

Artículo 18.- Una vez declarada la emergencia el Ministerio de Agricultura solicitará los fondos a la Dirección Ejecutiva del OIRSA, por conducto de la Representación, notificando la entidad y funcionario responsable de su ejecución.

Artículo 19.- La Dirección Ejecutiva podrá autorizar el desembolso de los fondos a ser utilizados en la emergencia, de acuerdo a disponibilidad presupuestaria.

Artículo 20.- La Representación del OIRSA del país solicitante pagará a los proveedores de los bienes y servicios solicitados por la unidad responsable de su ejecución.

Artículo 21.- En caso de una emergencia regional, al menos un ministro o secretario de Agricultura pedirá que se declare tal situación y solicitará, a la Dirección Ejecutiva, la utilización de recurso del Fondo de reserva de Emergencia que se designan para el uso regional. El director ejecutivo pondrá en conocimiento de esta solicitud al presidente del CIRSA para la convocatoria a reunión extraordinaria. El CIRSA hará la declaración de emergencia y la Dirección Ejecutiva deberá autorizar el desembolso de los fondos.

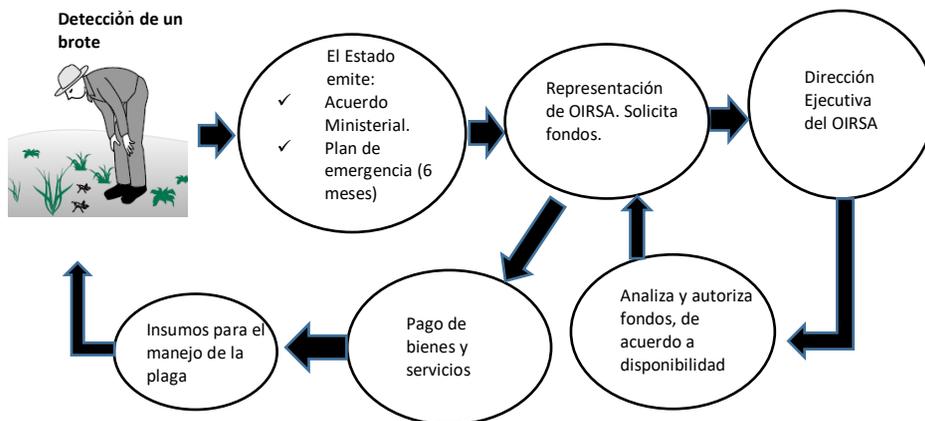
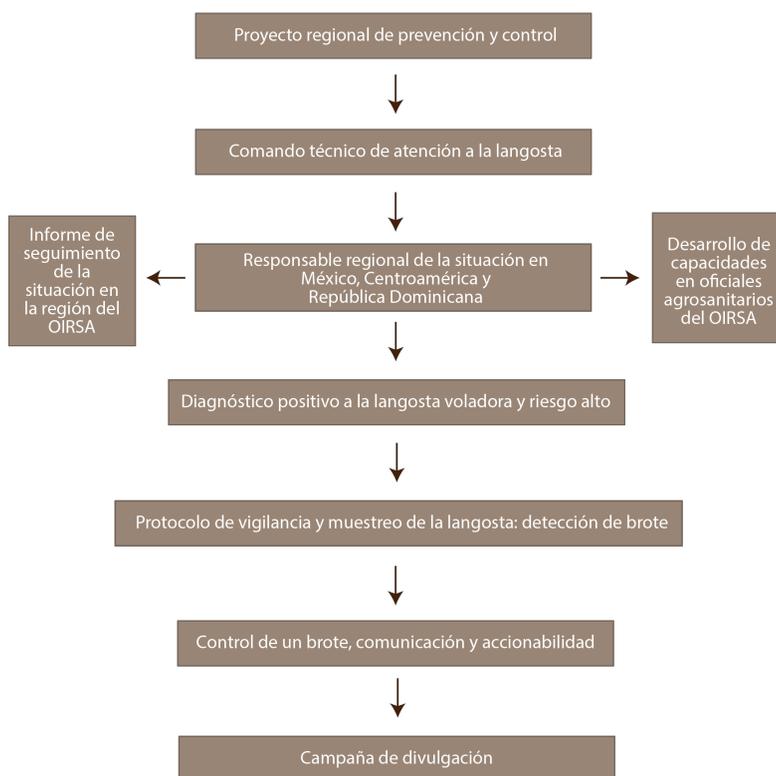


Figura 3.8 Flujo del operativo de emergencia de langosta.

La propuesta de manejo de la langosta, en general, es la siguiente:



IV. Literatura citada

- Astacio C.O. 2004. Notas sobre algunos acridoideos de Nicaragua. OIRSA. 44 p.
- Barrientos, L. L., 1992. Manual técnico sobre la langosta voladora (*Schistocerca piceifrons* Walker 1870) y otros acridoideos de Centro América y Sureste de México. FAO-AGOLIOIRSA. San Salvador, El Salvador. 162 p.
- Borror D.J., Triplehorn C.A., Johnson N.F. 1989. Study of insects. Saunders College Publishing. 875 p.
- Contreras S.C., Magaña O.C. 2013. Ficha Técnica de la langosta Centroamericana *Schistocerca piceifrons*. En La plaga de la langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Walker). Una visión multidisciplinaria desde la perspectiva del riesgo fitosanitaria en México. Galindo M.MG., Contreras S.C., Ibarra Z. E. (Eds). Universidad Autónoma de San Luís Potosí. 253 p.
- Cressman K. 2001. 2.Survey. Desert locust guidelines. Rome. 56 p.
- Cullen D.A., Cease A.J., Latchinsky A.V., Ayali A., Berry K., Buhl J., De Keyser R., Foquet B., Hadrich J.C., Matheson T., Ott S.R., Poot-Pech M.A., Robinson B.E., Smith J.M., Song H., Sword G.A., Vanden Broeck J., Verdonck R., Verlinden H., Rogers S.M. 2017. From molecules to management: mechanisms and consequences of locust phase polyphenism. *Advances of Insect Physiology*. Chapter seven. Vol. 53: 169-285. <https://doi.org/10.1016/bs.aiip.2017.06.002>
- Dobson H.M. 2001. 4.- Control. Desert locust guidelines. FAO. Rome. 85 p.
- FAO, 2004. Evaluation of field trials data on the efficacy and selectivity of insecticides on locusts and grasshoppers. Rome. 39 p.
- Garza U. E. 2005. La langosta *Schistocerca piceifrons piceifrons* y su manejo en la planicie Huasteca. Folleto técnico no. 12. INIFAP. San Luís Potosí. 23 p.
- Hane D. & Thiam A. 2012. Some alternatives to combat locusts in the Sahel. Pesticide Action Network Africa. 6 p.
- 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. *acidum* to control the Central American Locust (*Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker) (Orthoptera: Acrididae). *J. Orthoptera Res.* 9: 223-227.
- Hernández-Zul, M. I., Quijano-carranza J. A., Yañez-López R., Ocampo-Velázquez V., Torres-Pacheco I., Guevara-Gonzalez R.G. & Castro-Ramírez A.E. 2013. Dynamic simulation model of Central American Locust *Schistocerca piceifrons* (Orthoptera: Acrididae). *Florida Entomologist* 96 (4): 1274-1238.
- Hosny A.K.H., Agamy E.A., Taha G.Z. , El-Husseini. 2010. Influence of the Actinomicetes Natural Metabolite "spinosad" on certain locust and grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in Egypt. *Egyptian Journal of Biological Pest Control.* 20 (2): 175-177.
- Hunter, D.M., McCulloch L., & Spurgin, P.A. 2008. Aerial detection of nymphal bands of the australian plague locust (*Chortoicetes terminifera* (Walker)) (Orthoptera: Acrididae). *Crop Protection.* 27: 118-123.
- Kuandykov , A., Uskenbayeva, R., Im, Y., Kozhamzharova, D., Baimuratov, O., Chinibayev, Y., & Karimzhan, N. 2015. Multi-agent based anti-locust territory protection system. *Procedia Computer Science* 56:477-483.
- Lockwood J; Anderson-Sprecher R. and Schell S. 2002. When less is more: optimization of reduced agent-area treatments (RAATs) for management of rangeland grasshoppers. *Crop Protection* 21: 551-562.
- Lockwood J; Schell S; Foster R.; Reuter C. and Rachadis T. 2000. Reduced agent-area treatments (RAAT) for management of rangeland grasshoppers: efficacy and economics under operational conditions. *International Journal of Pest Management* 46 (1): 29-42.
- Magor J.I., Lecoq M., Hunter D.M. 2008. Preventive control and desert locust plagues. *Crop Protection.* 27: 1527-1533.
- NIMF 27. 2016. Protocolos de diagnóstico para las plagas reglamentadas. CIPF. FAO
- Pocco, M.E., Damborsky M.P., Cigliano M.M. 2010. Comunidades de Ortópteros (Insecta, Orthoptera) en pastizales del Chaco Oriental Húmedo, Argentina. *Animal Biodiversity and Conservation.* 33 (2): 119-129.

- Poot P., M.A., Ruiz S. E.& Ballina G. H. 2017. Indicators plants in solitary phase and migration behavior of *Schistocerca piceifrons* in Yucatán, México. *Metaleptea* 37 (1): 21.
- Poot-Pech MA, Ruíz-Sánchez E., Ballina-Gómez HS, Gamboa Angulo MM & Reyes-Ramírez. 2016. Olfactory Response and Host Plant Feeding of The Central American Locust *Schistocerca piceifrons piceifrons* Walker to common plants in a Gregarious zone. *Neotropical Entomology*. 45 : 382-388. doi:10.1007/s13744-016-0385-y
- Poot-Pech Mario A., Ruiz-Sánchez E., Gamboa-Angulo M., Ballina-Gómez H.S., Reyes-Ramírez A. 2018. Population fluctuation of *Schistocerca piceifrons piceifrons* (Orthoptera : Acrididae) in the Yuactán Península and its relation with the environmental conditions. *Biología Tropical*. 66 (1) : 403-414. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v66i1.29502>.
- Renier, C., Waldner, F., Christophe, J.D., Babah , E.M., Cressman, K., & Defourny P. 2015. A dynamic vegetation senescence indicator for near-real-time desert locust habitat monitoring with MODIS. *Remote Sensing*. 7: 7545-7570
- Sabbour M.M. and Singer S.M. 2015. Imidacloprid efficacy against grasshopper *Heteracris littoralis* (Orthoptera: Acrididae). *International Journal of Scientific & Engineering Research*. Volume 6, Issue 9.
- Sharma T. & Khan A. 2008. Toxic effect of neem (*Azadirachta indica*) extracts against *Schistocerca gregaria* F. adults under laboratory conditions. *Journal of Environmental Research and Development*. 2 (4): 639-643.
- Song H. 2018. Biodiversity of Orthoptera. In: *Insect Biodiversity. Science and Society*. Fottit R.G., Adler P.H. (Ed.). Volume II. John Wiley & Sons.
- Song H., Wenzel J.W. 2008. Phylogeny of bird-grasshopper subfamily Cyrtacanthacridinae (Orthoptera: Acrididae) and the evolution of locust phase polyphenism. *Cladistic* 24: 515-542.
- Symmons & Cressman. 2001. 1. Biology and behaviour. *Desert locust guidelines*. FAO.Rome. 43 p.
- Trujillo, G.P. 1975. El problema de la langosta *Schistocerca paranensis* Burd. *Soc. de Geografía y Estadística de Baja California*. Tijuana, B.C. 151 p.

- Vergouw B., Nagel H., Bondt G., Custers B. 2016. Chapter 2. Drone Technology: types, payloads, applications, frequency spectrum issues and future developments. In: The future of drone use, information technology and law series 27. (Custers B. (Ed.) DOI 10.1007/978-94-6265-132-6_2
- Yue, J., Lei, T., Li, C. & Zhu, J. 2012. The application of unmanned aerial vehicle remote sensing in quickly monitoring crop pests. Intelligent automation and soft computing 18: 1043-1052.



ORGANISMO INTERNACIONAL
REGIONAL DE SANIDAD
AGROPECUARIA

DIRECCIÓN REGIONAL DE SANIDAD VEGETAL

Plan de acción de manejo de Langosta Centroamericana

oirsa.org



@OIRSAoficial



OIRSA