

# Análisis del comportamiento y comunicación química intraespecífica en *Strategus aloeus* (L.) (Coleoptera, Scarabaeidae - Dynastinae)

Analysis at the behavior and intra-specific chemical communication in *Strategus aloeus* (L.) (Coleoptera, Scarabaeidae - Dynastinae)

Carlos H. Pallares <sup>1</sup>; Jorge A. Aldana <sup>2</sup>; Hugo Calvache G. <sup>3</sup>; Pamela Ramírez <sup>4</sup>; Didier Rochat <sup>4</sup>; Emilio Luque <sup>5</sup>; Norman Correa O. <sup>6</sup>

## RESUMEN

Como parte de los procedimientos del convenio "Nueva tecnología para el manejo de plagas de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) mediante la selección de atrayentes sintéticos", en el que además de Cenipalma participan los institutos INRA, CIRAD y EGNO de Francia, INIA de España, CCRI de Papúa Nueva Guinea, IOPRI de Indonesia y AGRISENSE de Inglaterra, se analizó el comportamiento y la comunicación química intraespecífica de *S. aloeus*. Se estableció que el mayor índice de actividad en esta especie se registra entre las 2 a.m. y las 5 a.m., momento en el que los machos liberan una feromona cuando exponen el abdomen a la entrada de las galerías que excavan en la base de las palmas menores de tres años. Diferentes experiencias a nivel de laboratorio y campo demostraron que ésta opera como atrayente sexual sobre las hembras. Aunque no se estableció que dicha feromona induzca fenómenos de agregación, es evidente que los machos pueden reconocerla, por lo que algunos la utilizan para detectar la presencia de otros e instalarse en su estrecha vecindad (en una misma palma o en palmas vecinas). En casos extremos colonizan galerías ajenas, pelean con su residente y lo desalojan. Este hecho determina intercambios de machos en las galerías, así como el patrón de distribución de esta plaga en los cultivos. Con la colaboración del laboratorio de Mediadores Químicos del INRA se identificaron los tres componentes de la feromona: Sa1: 95.45% (componente mayoritario), Sa2: 0.9% y Sa3: 0.7% (Componentes minoritarios).

## SUMMARY

As part of the procedures of the agreement "New technology for managing the pests of oil palm (*Elaeis guineensis*) through the selection of synthetic attractants", Cenipalma in addition to the institutes INRA, CIRAD and EGNO of France; INIA of Spain; CCRI of Papua New Guinea; IOPRI of Indonesia and AGRISENSE of England, was analyzed the behavior and the intra-specific chemical communication of *Strategus aloeus*. It was established that the greater activity index in this species is registered between 2 a.m. and 5 a.m., moment at which the males release a pheromone when expose the abdomen to the entry of the galleries that dig at base of palms three years old. Different experiences at laboratory and field level demonstrated that the pheromone operates as sex attractant on the females. Though it was not established that such pheromone induce the aggregation phenomenon, it is evident that the males can recognize it, and some of them use it to detect the presence of others and be installed

- 1 Biólogo, Candidato M. Sc. Entomología Investigador Área Entomología. Cenipalma, bcamargo@cable.net.co
- 2 Biólogo, Entomólogo. Investigador Asistente. Área Entomología. Cenipalma, cenipal@col1.telecom.com.co
- 3 Ing. Agrónomo, M. Sc. Investigador Titular. Área Entomología. Cenipalma. Apartado Aéreo 252171 Bogotá, D.C, Colombia.
- 4 Unité de Phytopharmacie & médiatures Chimiques, INRA, Route de Saint-Cyr, 78026 Versailles Cedex, France.
- 5 Biólogo. M. Sc. Profesor Universidad Nacional de Colombia.
- 6 Ing. Agrónomo. Director Depto. Sanidad Vegetal. Oleaginosas Las Brisas S.A.

in their vicinity (in the same palm or in neighboring palms). In extreme cases they colonize foreign galleries, fight with their residents and vacate them. This fact determines male exchanges in the galleries, as well as the distribution pattern of this pest in the plantation. With the collaboration of the Chemical Mediators Laboratory of the INRA were identified the three components of the pheromone: Sa1: 95.45% (major component), Sa2: 0.9% and Sa3: 0.7% (minor components).

Palabras claves: *Strategus aloeus*, Comunicación entre animales, Feromonas, Atrayentes sexuales. Comportamiento.

## INTRODUCCIÓN

Según La Lista de Insectos Dañinos y otras Plagas de Colombia (Posada 1989) existen 95 especies, entre ácaros e insectos, que se encuentran en la palma de aceite. Afortunadamente son pocas las que realmente adquieren la categoría de plaga y éstas se pueden agrupar en: Insectos que causan daño directo a la palma e insectos que diseminan o facilitan la acción de los fitopatógenos. Dentro del primer grupo existen especies para las cuales el manejo del cultivo ha originado condiciones muy especiales para el aumento de sus poblaciones, como ha sido el caso del escarabajo *Strategus aloeus* (L.), pues debido a las actuales prácticas de renovación de las plantaciones y al tamaño de las áreas dedicadas a esta actividad, este insecto ha adquirido importancia económica.

Con el cambio de las condiciones ecológicas que se presentan cuando se inicia la renovación de las plantaciones se incrementan las poblaciones de este escarabajo, ya que al iniciarse la descomposición de los estípites de las palmas viejas, estos se convierten en el habitat propicio para el desarrollo de sus estados inmaduros.

El adulto causa daño a palmas menores de cuatro años de edad, debido a que realiza una perforación cerca de la base de la misma en las horas de la noche y penetra hasta llegar al meristemo (Genty et al. 1978). Para su control se han utilizado diferentes estrategias de manejo, sin conseguir aún resultados satisfactorios. En la actualidad se realizan aplicaciones de agroquímicos y acciones curativas en los sitios donde se detecta el daño. Dadas las perspectivas de ampliación de las áreas de cultivo, el problema tiende a agravarse.

Ante la necesidad de diversificar las técnicas de control para lograr un manejo racional de los insectos, entre las cuales están: la utilización de sustancias atractivas basadas en la ecología química del insecto (feromonas, por ejemplo) la protección y aumento de insectos útiles (depredadores y parasitoides), organismos entomopatógenos, búsqueda de materiales tolerantes a las plagas, de los tratamientos en número y área y, en lo posible, diversificación de las técnicas de aplicación (Mariau 1993). El sector palmero colombiano, en cabeza de Cenipalma, en asocio con otras instituciones de Papua Nueva Guinea, Indonesia, Francia, España e Inglaterra se encuentran adelantando investigaciones - como la que aquí se expone - enmarcadas dentro del Convenio Cooperativo: "*Nueva tecnología para el manejo de plagas en palma de aceite mediante la selección de atrayentes sintéticos*", que versa sobre la nueva tecnología del manejo integrado de plagas usando técnicas de seguimiento y trampeo masivo, basadas en atrayentes sintéticos como feromonas y aleloquímicos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Análisis del comportamiento y ritmos de actividad de *S. aloeus* bajo condiciones de laboratorio y campo**

Se colectaron adultos de *S. aloeus* de las galerías y estípites en que suelen encontrarse, para analizar su comportamiento y ritmos de actividad bajo condiciones controladas de humedad relativa (entre el 70 y 80%), temperatura (29°C

± 2°C) y fotoperíodo. Este último se dividió en cuatro etapas: fotofase, escotofase y dos etapas de transición (amanecer y atardecer), localizadas al principio y final de la escotofase.

Los especímenes colectados en las galerías excavadas en el campo se cuantificaron, se separaron por sexos y los machos se midieron para hacer un análisis detallado de la variación en tamaños.

En total se seleccionaron 16 individuos (8 machos y 8 hembras) sin malformaciones aparentes ni amputaciones, y se colocaron en bandejas plásticas recubiertas con malla metálica, a las cuales se les agregó suelo para proporcionarles refugio. Como fuente alimenticia se empleó bocadillo rojo de guayaba (Montesinos 1999), dejando transcurrir 48 horas para el acondicionamiento, a partir de las cuales se dio inicio a la toma de datos. Se observó el comportamiento de los insectos para determinar los períodos de máxima actividad en lo que se relaciona con las actividades de locomoción, tanto de caminatas como de vuelo, y los momentos habituales de alimentación durante 10 minutos cada hora desde las 8 p.m. hasta las 6 a.m. del día siguiente, registrando los resultados según la metodología empleada por el INRA (Rochat et al. 1999). Los datos resultantes de las 10 observaciones se acumularon para los ocho individuos de cada sexo por separado en las dos repeticiones y se expresan a manera de porcentajes. De esta experiencia se hicieron dos repeticiones

#### *Determinación de despliegues epigámicos*

Para establecer la existencia de despliegues de carácter sexual que tienen como finalidad llamar la atención del sexo contrario, tales como acicalamientos, posturas corporales particulares, liberación de secreciones, etc., se realizaron pruebas tanto en campo como en laboratorio, consistentes en los siguiente:

##### - En laboratorio

En recipientes plásticos se sembraron ocho palmas de un año de edad, y en la base de cada una de ellas se liberó un macho de *S. aloeus* para que excavara su galería de residencia. Para evitar posibles fugas, cada insecto se recubrió con una

jaula cilíndrica de ocho centímetros de alto por diez centímetros de diámetro elaborada en malla metálica y abierta en la base. Las palmas se mantuvieron en laboratorio durante 15 días a temperatura ambiente (29°C ± 2°C) y en condiciones normales de fotoperíodo, tiempo durante el cual, 10 minutos, cada hora, se observaron para comprobar la existencia de algún comportamiento del insecto que pudiera considerarse como epigámico. En el presente texto este ensayo se reconocerá como montaje No. 1.

##### - En campo

En un lote en renovación se escogieron 26 palmas de aproximadamente dos años de edad que tuvieran evidencia de ataques recientes del insecto en la base de las mismas. Observaciones similares a las de laboratorio se realizaron entre las 2 a.m. y las 4 a.m.

#### *Análisis del diseño de las galerías*

Se analizó el recorrido y la longitud de 61 galerías para determinar si el macho al excavarlas seguía un determinado patrón de excavación (por ejemplo la construcción de una cámara de apareamiento propiamente dicha). Diecinueve de ellas fueron excavadas en condiciones de laboratorio y las restantes en diferentes lotes de cultivos en renovación.

#### *Observación de despliegues agonísticos en laboratorio*

Para evidenciar comportamientos agresivos relacionados con la defensa territorial, de pareja o del recurso alimenticio, se liberaron machos intrusos, uno en cada ocasión, a la entrada de galerías habitadas por otros que previamente las habían excavado. Para evitar confusiones, el macho invasor se marcó en uno de los élitros con tinta blanca indeleble. Tanto los machos residentes como los intrusos se discriminaron por tamaños, en gigantes, medianos y pequeños.

#### *Análisis de la movilidad de los machos en el campo*

Con el propósito de establecer si un macho excavaba una o varias galerías, colonizando de esta manera palmas diferentes, se marcaron y

discriminaron por tamaño 47 machos que se liberaron individualmente en la base de sendas palmas ubicadas en un lote de un cultivo en renovación. Diez días después se repitió la misma operación, con 28 individuos que se liberaron en un segundo lote. Los especímenes se volvieron a capturar 35 y 27 días después respectivamente, y se elaboraron los respectivos mapas de distribución.

## Determinación de la distribución espacial de *S. aloeus* en lotes de renovación

Para determinar el patrón de colonización que sigue esta plaga, en lotes con palmas jóvenes se censaron los lotes en renovación  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\lambda$ , subdivididos en parcelas regulares de 64 palmas. Geográficamente se estableció la posición de las palmas afectadas, cantidad de agujeros en la base de las mismas y el número de individuos que los habitaban, para elaborar mapas e ilustrar la distribución espacial de los daños.

Los censos se realizaron con diferentes lapsos de tiempo después del último control químico que regularmente realiza el Departamento de Sanidad Vegetal de la plantación, así: lote a se censó 12 días después del último control; lote b, 20 días después del último control y el lote l, 32 días después del último control.

Además se analizó el índice de dispersión a partir de la relación varianza/promedio empleando, el método  $c^2$ , y teniendo en cuenta para ello las dos variables involucradas: Número de palmas afectadas y número de galerías habitadas por palma.

## Pruebas de olfatometría

*Descripción del dispositivo:* El olfatómetro de doble fosa es un sistema de cuatro piezas (Fig. 1).

1. Una arena circular (de 50 cm de diámetro por 15 cm de alto) de "Plexiglass" opaco, suficientemente rígida para ajustarse

perfectamente al piso y a la tapa sobre todo el perímetro de la misma, pues la presencia de espacios pequeños permite la entrada de corrientes de aire desde el exterior que falsean los resultados.

2. Un piso de 60 cm"60 cm de "Plexiglass" opaco con dos agujeros redondos de 3.5 cm, simétricos en relación con el centro, y distanciados entre sí 25 cm, que permiten la comunicación de los estímulos con la arena. Todo el piso se cubrió con cartón kraft de un solo color para facilitar los desplazamientos de los insectos.
3. Recipientes cilindricos de plástico (de 15 cm de radio por 30 cm de altura) a los que se les agregó suelo. En uno de ellos se colocó un macho para que excavara una galería, el cual después de cuatro días se utilizó como fuente de atracción; en todos los casos, el testigo fue el otro recipiente con suelo únicamente.
4. Una tapa transparente en "Plexiglass".

Debido a que las pruebas se realizaron sobre un solo insecto a la vez, para obtener la cantidad suficiente de repeticiones por serie se requirió de la utilización simultánea de cuatro olfatómetros idénticos que se ubicaron dentro

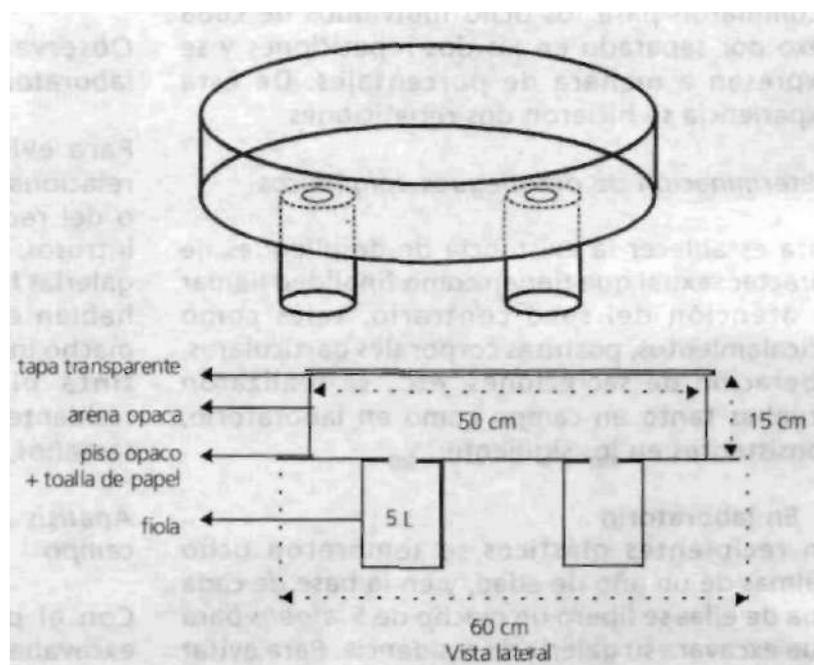


Figura 1. Olfatómetro de doble fosa.

de un mismo recinto cerrado, a temperatura ambiente y libre de disturbios luminosos o acústicos durante la realización de las pruebas.

Cada olfatómetro se designó con un número y su posición dentro de la habitación se sorteó diariamente, junto con las posiciones del estímulo y del testigo. Con el fin de facilitar la manipulación y la toma de las informaciones, se retardó cinco minutos el comienzo de las pruebas entre el 2º, el 3º y el 4º olfatómetro.

#### Realización de las pruebas

**Selección y acondicionamiento de los insectos:** Las hembras vírgenes se obtuvieron a partir de pupas colectadas en el campo, mientras que los machos se capturaron en galerías excavadas en el campo. Minuciosamente se escogiendo aquellos sin malformaciones aparentes o amputaciones sobre todo en los tres pares de patas y las antenas. Los especímenes pequeños no se descartaron y se probaron de la misma forma que los medianos y grandes, acondicionándolos dentro del recinto de pruebas cinco horas antes, separándolos individualmente en cajas plásticas con papel de filtro humedecido y sin alimento.

Cada insecto se probó una sola vez en cada serie de experimentos, es decir en un mismo grupo de repeticiones para un par «estímulo - testigo» dado.

**La prueba propiamente dicha:** En el centro de la arena de cada olfatómetro se colocó un insecto, orientándole al azar la cabeza hacia las paredes del olfatómetro y no hacia los agujeros, y su comportamiento se observó durante máximo 30 minutos. Los comportamientos anormales como saltos repetidos, intentos de vuelo, giros repetidos hacia la posición dorsal, oviposición durante la prueba, etc., también se registraron. Para cada espécimen la orientación se invirtió sistemáticamente en relación con el insecto precedente.

Los insectos perturbados, tensionados o alestargados no se tuvieron en cuenta, pero se

reportaron para obtener la cantidad realmente contabilizada.

Si el insecto no escogía ninguna de las dos opciones propuestas después de 30 minutos de prueba, se le registró como «sin respuesta»; en caso contrario se le registró como «respuesta», anotando si era atraído por el estímulo o el testigo, así como el tiempo transcurrido desde el comienzo hasta la caída dentro de uno de los recipientes, momento en que finalizaba la prueba.

Después de probar cada insecto, la posición del estímulo fue intercambiada con la del testigo, además a todo el olfatómetro (arena + piso + estímulos) se le giró 180º para evitar falsos resultados debidos a la posición del estímulo dentro del olfatómetro o a fenómenos de heterogeneidad dentro del recinto como luz, humedad, posición del observador, etc.

El papel que cubría el piso de los olfatómetros se cambió después de cada sesión o al final de la prueba del insecto en curso, si se observaban restos visibles líquidos o deyecciones. Después de las pruebas, los olfatómetros se desarmaban y se lavaban con detergente para material de laboratorio.

## RESULTADOS

### Análisis del ritmo de actividad

Debido a que los insectos mostraron ser más activos durante la escotofase, la Tabla 1 permite interpretar los datos obtenidos respecto a la hora local.

Los insectos mostraron muy poco desplazamiento durante el día; en cambio se observó un aumento considerable de su actividad a partir de la quinta hora de la escotofase. Las hembras mostraron ser mucho más activas que los machos, especialmente desde las 2 a.m. y aumenta progresivamente hasta las 5 a.m., momento en que la actividad comienza a disminuir.

Tabla 1. Correspondencia de la escotofase con la hora local.

Escotofase	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Hora local	7 p.m.	8 p.m.	9 p.m.	10 p.m.	11 p.m.	12 p.m.	1 a.m.	2 a.m.	3 a.m.	4 a.m.	5 a.m.

Aunque los machos se desplazan durante el mismo período, la actividad se incrementa hacia la novena hora de la escotofase y aumenta hasta una hora antes del inicio de la fotofase, momento en el cual la tasa de movimientos comienza a disminuir. Cualquiera que sea el momento del fotoperíodo, cerca del 90% de los insectos (de los dos sexos) que no se desplazaron se ocultaban bajo el sustrato (Fig. 2).

Las tentativas de vuelo fueron más frecuentes en las hembras que en los machos. En ellas los vuelos comenzaron hacia la séptima hora de la escotofase y se incrementaron hasta una hora antes de la fotofase. En los machos esta actividad no alcanzó en ningún momento valores estadísticamente significativos (Fig. 3).

En lo que se refiere al promedio de la tasa de alimentación, se observó relativa homogeneidad en los valores acumulados para machos y hembras. Aunque en ellas esta actividad es significativamente más alta hacia el final de la escotofase, no se determinaron momentos preferenciales para la toma de alimentos, como en el caso de las otras variables evaluadas. (Fig. 4)

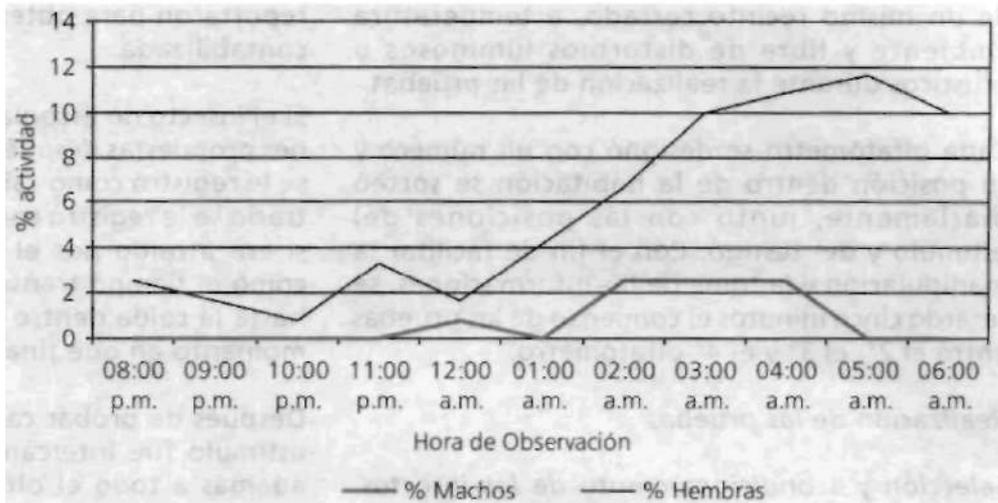


Figura 2. Movimientos bajo y sobre el sustrato de machos vs. hembras de *S. aloeus* en condiciones de laboratorio.

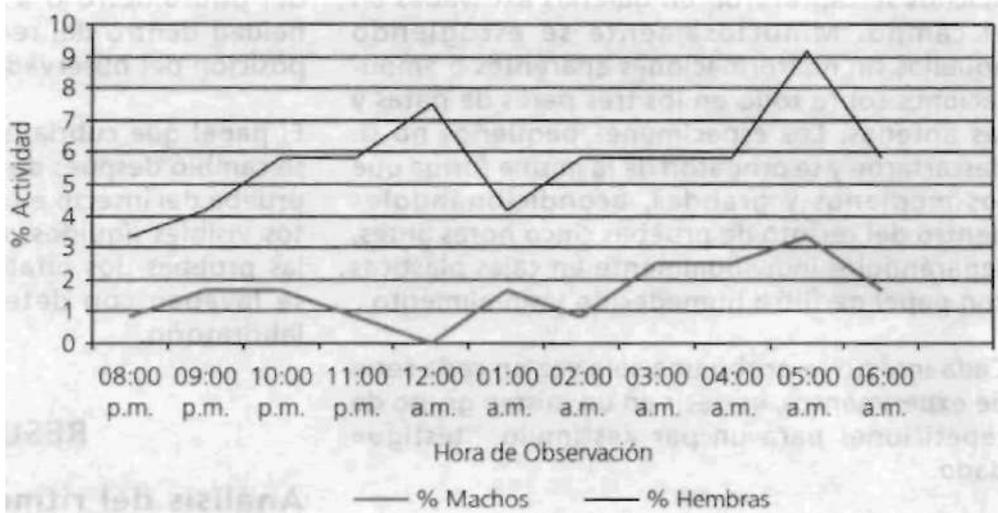


Figura 3. Intentos de vuelo de machos vs. hembras de *S. aloeus* en condiciones de laboratorio

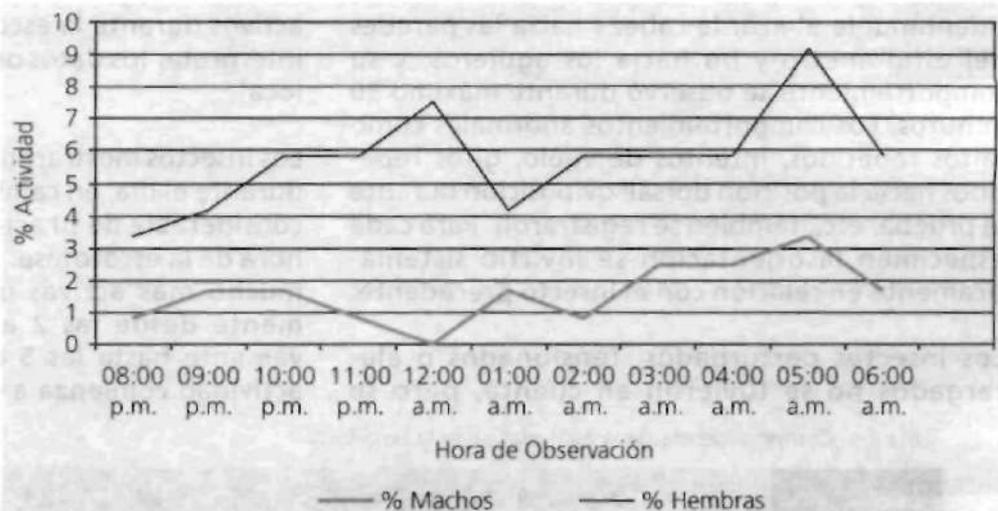


Figura 4. Toma de alimento de machos vs. hembras de *S. aloeus* en condiciones de laboratorio.

### Despliegues epigámicos

Al realizar observaciones cada hora (durante diez minutos), desde las 12 p.m. hasta las 6 a.m., sobre machos mantenidos en condiciones de laboratorio, se observó que de cuando en cuando algunos asumen ciertas posturas corporales consideradas como comportamientos epigámicos relacionados con la liberación de feromonas.

Hacia la séptima hora de la escotofase se da inicio en el macho a esta actividad, en la cual, mientras orienta la cabeza hacia el interior de su túnel, expone únicamente el pigidio en la entrada del túnel (Fig. 5), levanta y contrae rítmicamente el abdomen (Fig. 6).

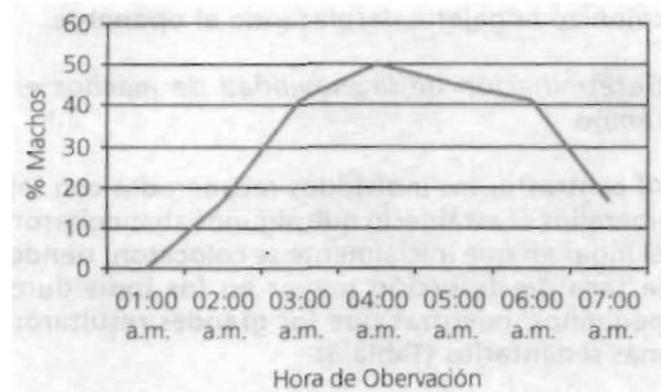


Figura 6. Porcentaje de machos de *S. aloeus* en postura de «llamado de atracción» en condiciones de laboratorio.

En el campo se determinó también que los machos silvestres desarrollaban este tipo de actividades. Aunque no todos la asumieron diariamente, pues en ningún caso se observó a la totalidad de los machos evaluados en "llamado de atracción", tales despliegues alcanzaron valores máximos entre las 3 a.m. y las 6 a.m.

El análisis de 61 galerías reveló que en el 98,3% de los casos, los primeros 20 a 30 cm de recorrido presentaban un ángulo de inclinación superior a los 60° con respecto a la superficie. Es evidente que el diseño de la galería está directamente relacionado con el comportamiento de "llamado de atracción", pues el insecto utiliza las patas metatorácicas para sostenerse en la entrada del túnel anclándose de raicillas o pequeños terrones. Igualmente se pudo evidenciar que ante cualquier perturbación el escarabajo junta



Figura 5. Macho adulto de *S. aloeus* exponiendo el abdomen a la entrada de la galería mientras libera la feromona.

sus patas y se deja caer hasta el fondo del primer tramo, poniéndose a salvo de eventuales depredadores (Fig. 7).

La Tabla 2 muestra la cantidad y sexo de los individuos hallados en las diferentes galerías analizadas.

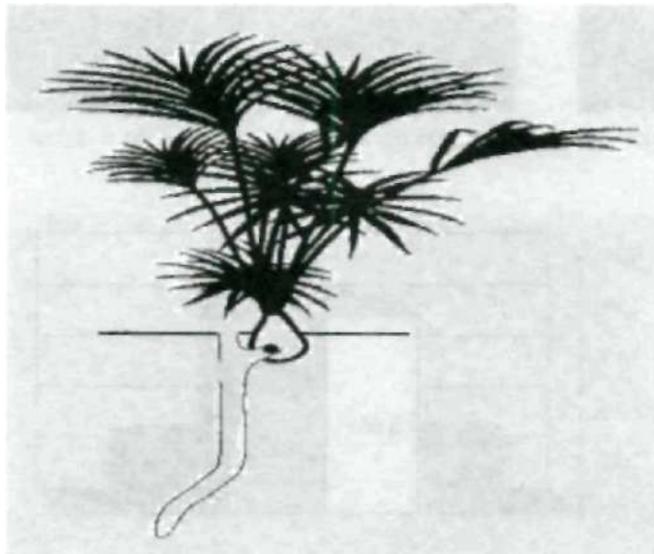


Figura 7. Galería de más de diez días de excavación, nótese su inclinación casi perpendicular con respecto al nivel del suelo, así como la presencia de una perforación secundaria hacia el bulbo radical y los consecuentes daños al mismo.

Tabla 2. Cuantificación del número y sexo de individuos residentes 65 galerías inspeccionadas en campo.

Individuo	Total	Porcentaje
Macho solitario	23	35,3
Macho y hembra	9	13,8
Hembra solitaria	6	9,2
Ninguno	27	41,5

Al discriminar por tamaños de 77 machos silvestres (Fig. 8), se encontró que existe una marcada selección a favor de los individuos de tamaño medio (grandes y medianos), mientras que individuos muy grandes o muy pequeños no fueron abundantes (Fig. 9).

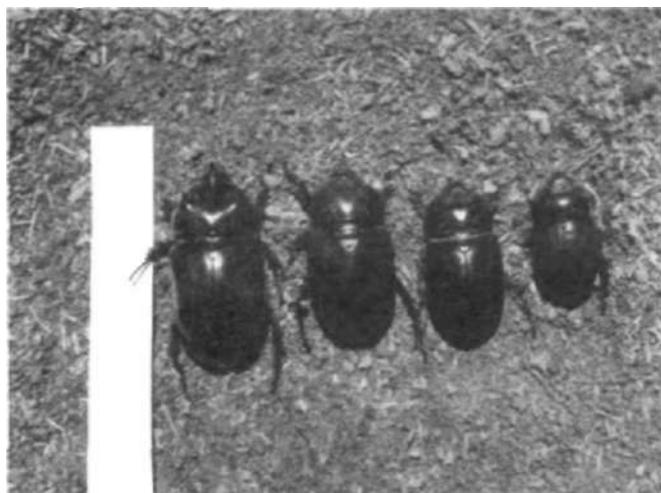


Figura 8. Discriminación por tamaños de machos de *S. aloeus*

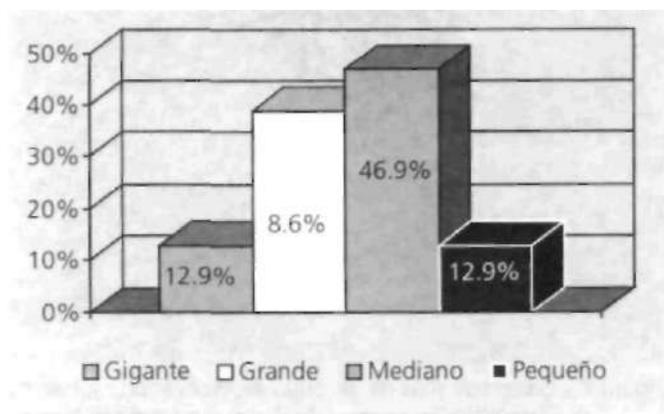


Figura 9. Discriminación por tamaño, en porcentaje, de 77 especímenes machos de *S. aloeus* colectados en lotes de renovación.

### Despliegues agonísticos

En el laboratorio, al reunir de manera artificial, a dos machos en una misma galería, se observaron peleas. En general, las riñas consisten en que el macho intruso empuja al residente dentro del túnel, hasta que este último gira 180° sobre sí mismo para enfrentarse al invasor. Enseguida se empujan mutuamente utilizando los tubérculos protorácicos, mientras estridulan de manera agresiva, frotando el borde distal de los élitros contra el terguito del penúltimo segmento abdominal.

En todos los casos en que el tamaño de los competidores difería. El macho más grande fue siempre el que se ubicó en el fondo del túnel y colonizó la galería desplazando al oponente.

### Determinación de la movilidad de machos en campo

Al contrastar los individuos recuperados con los liberados se estableció que algunos abandonaron el lugar en que inicialmente se colocaron, siendo la tasa de deserción mayor en los individuos pequeños, mientras que los grandes resultaron más sedentarios (Tabla 3).

Se observó que los machos pueden excavar más de una galería, algunas veces en una misma palma, pero a veces, por diferentes motivaciones que aún son objeto de estudio, colonizan otras.

En tres ocasiones pudo establecerse que machos de mayor tamaño desalojan de sus túneles a machos menores y que algunas veces tanto medianos como grandes, abandonan las palmas a las que llegan otros machos.

Sólo en dos casos se pudo volver a capturar a aquellos individuos que abandonaron el sitio original. Teniendo en cuenta que las recapturas se efectuaron a una distancia de 45 metros en promedio, este fenómeno sugiere que una vez abandona la galería, el macho tiende a alejarse considerablemente.

Igualmente se estableció que en torno a los focos creados artificialmente, como en este caso tendieron a agruparse otros individuos, si no en

Tabla 3. Tasa de deserción de individuos liberados en dos lotes de renovación.

Tamaño	Lote A			Lote B			Tasa de deserción total (%)
	Liberados	Evadidos	Tasa de deserción (%)	Liberados	Evadidos	Tasa de deserción (%)	
Gigantes	5	1	20,0	6	2	33,3	27,2
Grandes	16	6	37,5	10	3	30,0	34,6
Medianos	20	6	30,0	7	2	28,5	29,6
Pequeños	6	3	50,0	4	2	50,0	50,0

palmas ya colonizadas, al menos en palmas de su estrecha vecindad.

### Determinación de la distribución espacial y patrón de colonización de *S. aloeus* en lotes de renovación

El análisis del índice de dispersión revela que el patrón de distribución y colonización de esta plaga en los diferentes lotes varía con el tiempo: en primera instancia llegan individuos que se distribuyen al azar (lote a), en torno a los cuales tienden a agruparse otros, formando así pequeños agregados (lote l) que con el tiempo se convierten en verdaderos focos (lote b) (Tabla No. 4).

### Pruebas de olfatometría

Al cabo de cuatro días de haber colocado los machos en los recipientes plásticos, se observó que algunos comenzaron a adoptar posición de llamado en horas de la madrugada, y en estas condiciones se utilizaron como fuente de atracción.

Para esta prueba no se utilizó la tapa en ninguno de los dispositivos, pues se observó en ensayos preliminares que al parecer la falta de circulación de aire desde dentro hacia fuera del dispositivo incrementaba la concentración de la sustancia li-

Tabla 4. Análisis del índice de dispersión en tres lotes de renovación.

Lote No.	No. Galerías habitadas	Promedio	Varianza	Índice de dispersión
$\lambda$	118	3,66	9,27	75,0*
$\beta$	295	9,83	84,86	258,9*
$\alpha$	58	1,38	1,64	48,7**

\* Distribución en agregados

\*\* Distribución al azar

berada por los machos, creando un efecto de confusión en los individuos probados.

### Prueba de atracción de hembras vírgenes hacia machos en posición de llamado de atracción

Debido a la dificultad para obtenerlas, sólo se probaron 22 hembras, cuatro de los cuales debieron ser eliminadas por comportamientos desordenados dentro de los olfatómetros. De las 18 que se contabilizaron, 15 respondieron a la prueba, así: 11 (73%) se dejaron atraer por el macho en posición de llamado de atracción y cuatro (27%) por el testigo, tres de ellas no respondieron a ninguna de las dos opciones después de 30 minutos de observación.

### Prueba de atracción de machos hacia otros en posición de llamado de atracción

De un total de 80 machos probados, debieron eliminarse nueve por comportamientos anormales dentro de los olfatómetros. Entre los 71 contabilizados, llama la atención que el 36,6% (26 especímenes) fueron atraídos por los machos empleados como señuelo. De los 45 individuos restantes, 39 no respondieron a ninguna de las dos opciones después de 30 minutos de observación y sólo seis eligieron el testigo. Se desconoció en todos los casos si los especímenes previamente se habían o no apareado.

## CONCLUSIONES

El *S. aloeus* exhibe hábitos eminentemente escotofílicos y es más activo entre las 2 a.m. y las 5 a.m., cuando los machos liberan una feromona al exponer el abdomen en la entrada de las galerías. Ésta opera como atrayente sexual, y atrae a las hembras que se desplazan entre el lugar de emergencia, el sitio de apareamiento (en este caso la galería) y las palmas en descomposición donde suelen ovipositar. La elevada tasa de movilidad en las hembras así lo confirman.

Es evidente que los machos pueden reconocer tal sustancia como se demostró con las pruebas de

olfatometría. Un hecho que contribuye a inclinarse en favor de esta hipótesis es que el reconocimiento entre individuos se da en la total oscuridad cuando es dudoso que la visión juegue un papel preponderante.

Dependiendo de su tamaño, algunos machos utilizan este "rastreo químico" para detectar la presencia de otros e instalarse en su estrecha vecindad (en una misma palma o en palmas vecinas), y en casos extremos pelean con él para desalojarlo. Este hecho determina intercambios de individuos en las galerías, así como el patrón de distribución y colonización exhibido por esta plaga. Los análisis estadísticos sobre el índice de dispersión refuerzan esta última teoría, pues se observa que de una distribución al azar en los momentos iniciales de colonización, en un lapso relativamente corto (entre ocho y 15 días) se pasa a una distribución en agregados.

Además de la diferencia en cuanto al tamaño corporal en los machos, otras características varían también, por ejemplo, la capacidad de desplazamiento mediante el vuelo para colonizar otras palmas y el tamaño de los cuernos: unos los tienen casi sin desarrollo (formas menores) otros los tienen bien desarrollados (formas mayores), y finalmente algunos los tienen con un desarrollo intermedio.

Al comprobar la mayor movilidad en el campo por parte de los machos pequeños, podría pensarse que la coexistencia en los lotes de la plantación de las diferentes formas sugiere estrategias ecológicas distintas que les permiten subsistir en el tiempo. Mientras las formas mayores tienden a permanecer en un mismo sitio, defendiendo su galería, las formas menores se desplazan con más frecuencia, ya sea porque fueron desalojados o por que migran para ubicarse en la cercanía de otros machos, aumentando así la probabilidad de encontrar pareja.

Estos eventos aclaran, en cierto modo, algunas de las motivaciones que inducen a los machos a

colonizar nuevas palmas. Del mismo modo se soluciona, en parte, para esta especie un interrogante: el significado de los diferentes tamaños que se observan.

Ante eventuales invasores, un macho despliega comportamientos agresivos relacionados con la defensa territorial y/o del recurso alimenticio, empleando dos estrategias: primera; estridula agresivamente con el propósito de disuadir al invasor. Segunda: combate con él, empleando los cuernos torácicos para empujarlo y desalojarlo, apoyado fuertemente sobre todo en las patas posteriores.

Cuando el tamaño de los competidores es desigual, siempre es el macho más grande el que coloniza la galería; además, los combates se hacen más intensos y prolongados en la medida en que los contendientes sean de tamaño similar. De esta manera, si el macho es grande tiende a permanecer en una misma galería, pero si es pequeño se desplaza con más frecuencia, colonizando diferentes palmas. El hecho de que nunca fueran encontrados dos machos en un mismo túnel refuerza esta hipótesis.

Que el 41,5% de las galerías inspeccionadas se encontraran vacías supone que en un lapso de tiempo relativamente corto (un mes aproximadamente), un macho cambia cuando menos una vez de lugar de residencia y coloniza nuevas palmas.

## BIBLIOGRAFÍA

- GENTY, R; DESMIER DE CHENON, R.; MORIN, JR 1978. Las plagas en América Latina. Oleáginoux (Francia) v.33 no.7, p.324-420.
- MARIAU, D. 1993. Integrated control in palm plantations results. Oleáginoux (Francia) v.48 no.7. p.309-318.
- POSADA, L. 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 4a. ed. ICA, Bogotá, D.E.