

Validación de feromonas sexuales para la captura de machos de “abejones de mayo” en diferentes regiones cañeras de Costa Rica

Ing. Agr. Jose Daniel Salazar Blanco¹ Tec. Rodrigo Oviedo Alfaro² Ing. Agr. Eduardo Cadet Piedra³ Tec. Daniel Alfaro Solís (qdDg), Ing. Carlos Sáenz Acosta⁴ Ing. Agr. Carlos Villalobos Méndez⁵ Ing. Agr. Julio C. Barrantes Mora⁶ Ing. Agr. Javier Bolaños Porras⁷

Resumen

Se evaluó la capacidad de captura de machos de “Abejones de Mayo” con diferentes feromonas sexuales en las localidades de La Paz de San Ramón; Tacares de Grecia; Tivives de Esparza y las localidades de La Ceniza y Cajón de Pérez Zeledón. Se colocó entre 5 y 10 feromonas sexuales sintetizadas para la captura de *Phyllophaga elenans*, *P. vicina*, *P. obsoleta* y *P. menetriesi* en trampas de “pichingas” o cubetas utilizadas con ese objetivo en las plantaciones de caña de azúcar. La valoración de las feromonas se realizó después de los primeros aguaceros del año 2014 (abril-mayo según localidad). Se registró diariamente la cantidad de abejones capturados en las trampas, los mismos fueron identificados por especialistas en coleópteros. Se encontró que algunas feromonas tiene la capacidad de capturar una mayor proporción de abejones de la especie que fue sintetizada, mientras en otros casos se determinó que algunas feromonas pueden capturar abejones de otras especies.

^{1/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Jefe Programa Manejo de Plagas. Grecia, Costa Rica. E-mail: jsalazar@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{2/} Auxiliar de Agronomía, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Programa Manejo de Plagas. Grecia, Costa Rica. E-mail: roviedo@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{3/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Programa Manejo de Plagas. Grecia, Costa Rica. E-mail: ecadet@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{4/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Programa Manejo de Plagas. Grecia, Costa Rica. E-mail: csaenz@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{5/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Coordinador Regional San Ramón. Costa Rica. E-mail: cvillalobos@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{6/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Coordinador Regional Pérez Zeledón. Costa Rica. E-mail: jbarrantes@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

^{7/} Ingeniero Agrónomo, funcionario del *Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)*, *Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)*. Coordinador Regional Grecia. Costa Rica. E-mail: jbolanos@laica.co.cr. Teléfono (506) 24-94-1129/ (506) 24-94-7555.

Introducción

Las feromonas son moléculas orgánicas producidas por los animales y recibidas por un segundo individuo de la misma especie, en el cual se produce una reacción de respuesta —como por ejemplo un cambio en el comportamiento— o en el proceso de desarrollo (Blanco, 2004).

Blanco (2004) citando otros autores indica que existen varios tipos de feromonas:

- ☛ Feromona sexual, la cual, dependiendo de la especie, es producida por el macho o la hembra y su función primordial es aumentar las probabilidades de apareamiento.
- ☛ Feromona de agregación, la cual tiene varias funciones, entre las que se incluyen el agrupar individuos de ambos sexos en un área determinada, la defensa contra depredadores, los ataques en masa contra un hospedero debilitado.
- ☛ Feromona de alarma, las cuales estimulan el escape o la defensa.
- ☛ Feromonas marcadoras de trillo, las cuales sirven como guía a la fuente de alimentación, así como de indicador sobre la cantidad de alimento existente.
- ☛ Lo anterior muestra como los insectos utilizan las feromonas como mecanismos de sobrevivencia, reproducción y alimentación, con la ventaja que ha sido posible sintetizarlas para el manejo de poblaciones con fines de investigación y combate de los organismos. El uso de feromonas alternando con otras técnicas agrícolas puede ayudar a reducir el impacto de insectos dañinos y tener mejor producción. Son una alternativa en el control de plagas ya que evita que muchos insectos pongan sus huevos en el suelo, tallos o raíces de las plantaciones.

Antecedentes

La diversidad de abejones relacionados al cultivo ha sido descrita por lo general a nivel de género. Según León (1996) en registros de abejones relacionados con el cultivo de la caña de azúcar desde el año 1957 se identificó solo el género *Phyllophaga* provocando daños, y describe dos especies identificadas: *P. elenans* y *P. vicina* en la región de Guanacaste, mientras en Puntarenas, Grecia, San Ramón y Pérez Zeledón solo se indicaba la presencia de dicho género sin llegar a ser identificadas las especies. Badilla (1994) indica que en Costa Rica es el género *Phyllophaga* el que provoca daños al cultivo.

En Guanacaste en las décadas de los años 80 y 90 se realizaron las primeras valoraciones del uso y eficiencia de feromonas sexuales para la captura de “Abejones de Mayo” de la especie *Phyllophaga elenans*. Un grupo interdisciplinario conformado por técnicos de los ingenios, DIECA y con apoyo de Chemtica Internacional S.A. realizaron investigaciones que demostraron que la feromona sexual era una alternativa de mayor eficiencia para la captura de abejones al compararse con las trampas de luz. En ese sentido, por casi 30 años esta ha sido la principal estrategia de manejo de la plaga en las regiones del Pacífico Norte (Guanacaste) y Pacífico Central (Puntarenas). En las otras regiones cañeras no se implementó el uso de las feromonas porque se documentó la presencia y predominancia de otras especies del género *Phyllophaga* como son *P. menetriesi* y *P. vicina*, así como abejones de los géneros *Cyclocephala* y *Anomala* (Rodríguez, et al, 1999, Salazar, 2013 a), para las cuales no existían feromonas disponibles.

Evolución de la condición de la plaga durante la última década.

El problema de esta plaga ha ido en aumento durante los últimos años, observándose un incremento en las poblaciones de larvas y adultos y por lo tanto efectos negativos en las plantaciones. En las regiones con condiciones de sequía prolongado y un inicio del periodo de lluvias bien marcado (influenciadas por la Vertiente del Pacífico) se

han registrado mayores poblaciones con respecto a 5 – 7 años atrás; este autor supone que se ha venido dando una condición que ha favorecido a la plaga y es la ausencia de inundaciones en Puntarenas y Guanacaste ocasionadas por la influencia de huracanes en el Caribe entre los meses de setiembre y octubre, mismas que provocan mortalidad de larvas por falta de oxígeno en el suelo y por enfermedades ocasionadas por bacterias y hongos.

Otras regiones con características similares de precipitación (periodo seco – periodo lluvioso bien marcados) pero en diferentes pisos altitudinales (Valle Central, Región Sur), también han mostrado niveles de poblaciones y daños importantes. Además en regiones cañeras, como Juan Viñas, en las cuales no se tenían registros que consideraran la situación de los jobotos de importancia, se han venido presentando incrementos en la presencia de larvas y de abejones, logrando capturarse cantidades considerables cuando se han colocado trampas.

Estudio y resultados de la identificación de abejones capturados, año 2011.

Debido a los antecedentes señalados (especies reportadas, condiciones de ambiente) se consideró realizar un inventario de especies de abejones mediante su captura para conocer el componente actual de especies asociados al cultivo de la caña de azúcar. Reportes de literatura hacían referencia a tres especies de jobotos predominantes en caña de azúcar: *Phyllophaga elenans*, *P. vicina* y *P. menetriesi*, la primera atacando el cultivo en Guanacaste y Puntarenas y las otras especies, así como algunas de los géneros *Anomala* y *Cyclocephala* en el Valle Central y la Región Sur (Rodríguez, et al; 1999; Salazar, 2013 a).

Durante el año 2011 se realizó una investigación que consistió en la captura de abejones con trampas de luz en la mayoría de regiones cañeras del país, encontrándose una gran diversidad de especies. Entre el 07 de abril y el 16 de mayo se realizaron capturas de abejones con trampas de luz ubicadas en 39 sitios en todas las regiones cañeras del país. Se colectaron 8.206 abejones que fueron entregados a especialistas en el orden coleóptera para su identificación. Se identificaron 73 especies pertenecientes a 16 géneros de abejones (Solís, 2012).

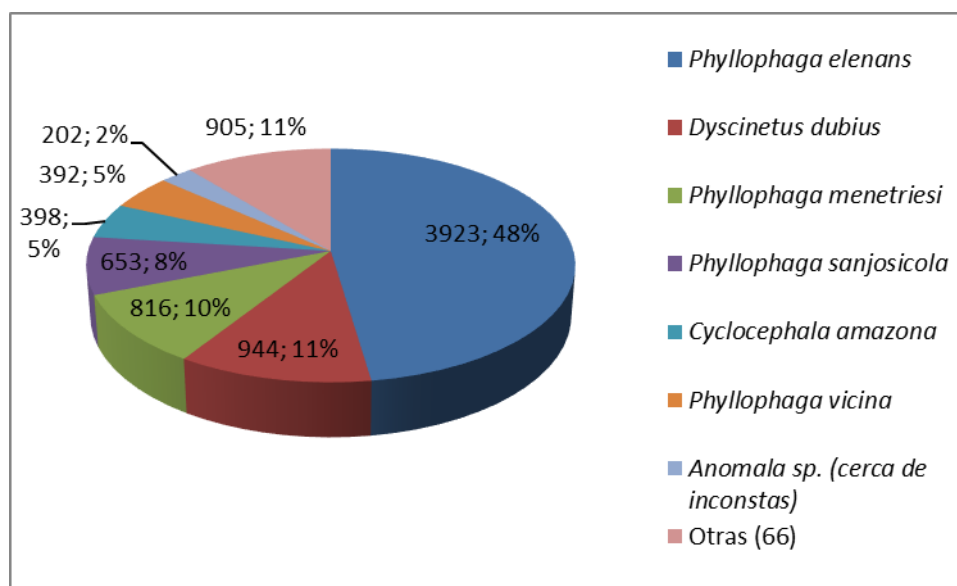


Figura.1. Principales especies de abejones colectados en regiones cañeras de Costa Rica. 2011.

Con los resultados de las capturas se realizó la consulta a Chemtica Internacional S.A., empresa líder en la formulación de feromonas, sobre la disponibilidad de estos semioquímicos para las especies más importantes colectadas en cada región cañera. Esa empresa puso a disposición a mediados del año 2013 feromonas para captura de tres especies más (*Phyllophaga vicina*, *P. menetriesi* y *P. obsoleta*) las cuales fueron validadas por DIECA, resultados que se presentan en este informe.

Es necesario recalcar que la captura de adultos de esta plaga es de gran importancia para su manejo, evitando la presencia de mayores poblaciones de jobotos en el suelo alimentándose del sistema radicular. La disponibilidad de diversos materiales que pueden ser utilizados como trampas de bajo costo es otro factor positivo para la implementación de esta estrategia.

Objetivos

Objetivo general

Validar la eficiencia en la captura de “Abejones de Mayo” de feromonas sexuales de diferentes especies en localidades cañeras de Costa Rica.

Objetivos específicos

Determinar la dinámica de emergencia de “Abejones de Mayo”.

Identificar las principales especies de abejones colectados por las diferentes feromonas.

Determinar las especies de abejones predominantes en diferentes localidades

Metodología

Se validó la eficiencia en la captura de machos de Abejones de Mayo” con feromonas sintéticas comerciales de *Phyllophaga elenans* (P049-Lure®), *P. vicina* (P051-Lure®), *P. menetriesi* (P523-Lure®) y *P. obsoleta* (P148-Lure®); algunas de las cuales tienen la misma composición química como se observa en el cuadro 1.

Cuadro 1

Nombre comercial y composición química de las feromonas utilizadas para la captura de abejones. Costa Rica, 2014

NOMBRE COMERCIAL	CODIGO	COMPOSICIÓN QUÍMICA	
Feromona <i>Phyllophaga elenans</i> 46.88 VP	P049-Lure	L-Isoleucina-metil-éster	46,88%
		Ingredientes inertes	43,12%
		Total	100,00%
Feromona <i>Phyllophaga vicina</i> 46.88 VP	P051-Lure	L-Isoleucina-metil-éster	46,88%
		Ingredientes inertes	43,12%
		Total	100,00%
Feromona <i>Phyllophaga menetriesi</i> 10.18VP	P523-Lure	Benzoato de metil-2-tiometilo	10,18%
		Ingredientes inertes	89,92%
		Total	100,00%
Feromona <i>Phyllophaga obsoleta</i> 23.44VP	P148-Lure	L-soleucina metil éster	23,44%
		L-valina metil ester	23,44%
		Ingredientes inertes	43,12%
		Total	100,00%

Se utilizaron 10 feromona de cada especie en Tivives, Grecia y San Ramón, así como en la finca de la Cámara de Cañeros de Pérez Zeledón, y 5 trampas en las fincas Toledo y Santa María en ese cantón. La decisión del tipo de feromonas a utilizar en cada región se fundamentó con base en los antecedentes de capturas de los años anteriores (Cuadro 2). Las trampas utilizadas fueron de recipientes plásticos (pichingas o cubetas) tal como lo recomienda Salazar, 2013 b. En el primer caso (trampa tipo ventana) se abrió una ventana por lado y parte de la estructura cortada sirvió de barrera física en el interior que funciona como pantalla para que el abejón choque. Este tipo de trampa se utilizó en San Ramón, Grecia y Tivives. Las trampas tipo balde se confeccionaron con cubetas plásticas utilizando la tapa como pantalla con un orificio al centro para colocar la feromona. Este tipo de trampa se utilizó en la Región Sur. En ambas modalidades de trampa se utilizó agua y jabón para ahogar los abejones capturados.

Las trampas se distribuyeron por especie de feromonas, instaladas cada treinta metros en cuadrícula dentro de los lotes seleccionados. Se dejaron veinte surcos (30 metros) de división entre tipos de feromonas.

Los muestreos se realizaron, en la medida de las posibilidades todos los días hasta finalizar las capturas entre abril y mayo del 2014, se revisó y colectó los abejones con un colador, luego se contabilizaron y se realizó un registro por trampas y acondicionó los abejones en frascos con alcohol de 70° para ser trasladados al Biólogo Angel Solís, taxónomo especialista, para su identificación.

Cuadro 2
Ubicación, tipo de feromona, tipo y cantidad de trampas y periodo de captura para la validación de diferentes feromonas sintéticas en Costa Rica

Localidad	Feromona	Tipo de trampa	Cantidad	Periodo de evaluación
Tivives, Esparza, Puntarenas	<i>P. elenans</i> - <i>P. vicina</i> - <i>P. menetriesi</i> - <i>P. obsoleta</i>	Pichinga	10 c/u	02-may al 03-jun 2014
La Paz, San Ramón, Alajuela	<i>P. vicina</i> - <i>P. menetriesi</i> - <i>P. obsoleta</i>	Pichinga	10 c/u	08-may al 27-may 2014
Tacares, Grecia, Alajuela	<i>P. vicina</i> - <i>P. menetriesi</i> - <i>P. obsoleta</i>	Pichinga	10 c/u	30-abr al 28-may 2014
Ceniza, Pérez Zeledón, San José	<i>P. vicina</i> - <i>P. menetriesi</i>	Balde	10 c/u	30-abr al 25-may 2014
Cajón, Pérez Zeledón, San José	<i>P. vicina</i> - <i>P. menetriesi</i>	Balde	5 c/u	06-may al 26-may 2014
Ceniza, Pérez Zeledón, San José	<i>P. vicina</i> - <i>P. menetriesi</i>	Balde	5 c/u	01-may al 23-may 2014

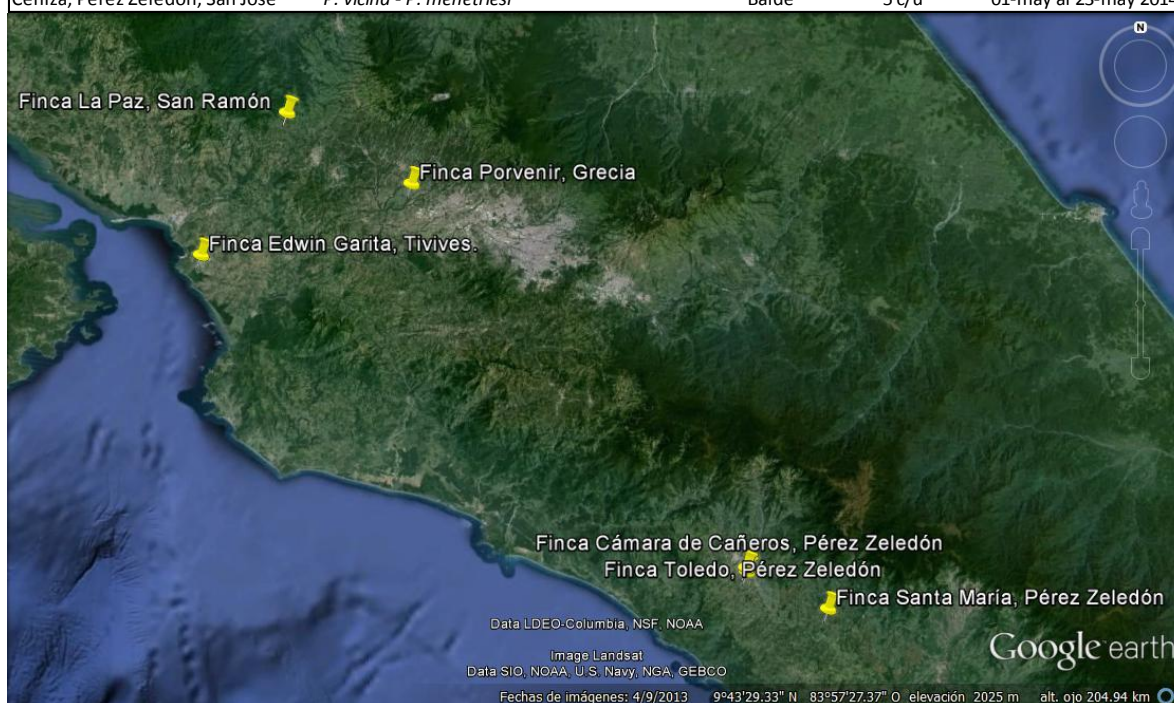


Figura 2. Distribución de las trampas con feromonas sexuales utilizadas para la captura de “Abejones de Mayo”. Costa Rica, 2014.

Para la estimación de capturas y la validación de la eficiencia de cada una de las feromonas se hizo dos tipos de gráficos, en el primero se plasmó la cantidad de capturas diarias, derivado del promedio de diez trampas que representaron en cada caso una repetición, se utilizó el programa de análisis de datos “Sigmaplot” versión 12.5, en cada fecha de conteo se incluyeron barras de error estándar para visualizar diferencias estadísticas en cada día de evaluación. En el segundo gráfico se hizo un conteo acumulado por días de evaluación, se realizó una sumatoria de los promedios de cada día, con el objetivo de observar al final de la evaluación cual feromona mostró una mayor captura de abejones. Para este análisis se utilizó el programa de análisis de datos “Sigmaplot” versión 12.5 para graficar la tendencia con un gráfico de líneas durante el periodo de las observaciones. Para determinar el desempeño

de las diferentes feromonas en la captura de abejones machos en cada región se realizó un análisis estadístico basado en el total de datos, ejecutando un análisis ANOVA con el programa estadístico "R".

Resultados y Discusión

Las capturas de abejones obtenidas fueron muy variables entre feromonas y localidades. Se determinó que algunas de las feromonas utilizadas tienen la capacidad de atraer a varias especies y en algunos casos no se demostró que atrajeran abejones de la especie para la que fue formulada como lo indica su nombre comercial.

Esto se explica ya que algunas de las feromonas están compuestas por mezclas de sustancia química de dos especies o porque su composición química es igual a otras feromonas (cuadro 2). En comunicación personal el Dr. Cam Oehlschlager de Chemtica Internacional S.A. hace un análisis de las especies capturadas e indica que la feromona de *Phyllophaga vicina* tiene la misma composición que la feromona de *Phyllophaga elenans*, así que ambas atraerán a *P. vicina* y *P. elenans*. Además señala que se observa una nueva atracción a estas feromonas de las siguientes especies: *P. morganella*, *P. puntarenosa*, *P. chiriquina*, *Diplotaxis poropyge*, *Anomala* sp. cerca de *inconstans*, *Ceraspis centralis*, *Cnemida intermedia*, *Cyclocephala epistomasis*, *Macraspis chrysis*, *Macroctylus suavis* y *A. testaceipennis*, aunque la mayoría de ellas con bajos niveles de captura.

La feromona de *Phyllophaga obsoleta* es una mezcla de la feromona de *P. elenans*/*P. vicina* y valina metil éster, así que debería atraer la mayor parte de las especies atraídas a las feromonas de *P. elenans* y *P. vicina*.

La feromona de *Phyllophaga menetriesi* es diferente a cualquiera de las feromonas de *Phyllophaga* basadas en metil éster y atrae algunas de las nuevas especies observadas.

Análisis y resultados de datos de trampeo de Abejones de Mayo en Costa Rica 2014

Se presentan los resultados de las capturas realizadas en cada localidad. Se describe en un principio el total de capturas realizadas y su distribución durante el periodo de evaluación y posteriormente los resultados de la identificación del material colectado.

En el cuadro 3 se observa la captura de abejones realizada en las trampas con las feromonas de las diferentes especies. Sobresalieron las colectas realizadas en Tivives con más de 39 mil abejones, seguido de Grecia con 2.851 abejones, San Ramón con 1.667 abejones colectados, mientras que en Pérez Zeledón se capturaron 1.592 abejones en tres sitios. Los abejones identificados corresponden a 8 géneros y 20 especies de coleópteros. La relación de sexos en las trampas fue de 7,4:1,0 machos: hembras.

Cuadro 3
Captura de abejones en diferentes localidades mediante el uso de trampas con feromonas sintéticas de cuatro especies de abejones del género *Phyllophaga*. Costa Rica. 2014

Feromona	Lugar					
	Tivives	Grecia	San Ramón	Pérez Zeledón (CPC)	Pérez Zeledón (Toledo)	Pérez Zeledón (Santa María)
<i>P. vicina</i>	14.036	731	1.053	420	87	27
<i>P. menetriesi</i>	691	2.017	456	669	361	28
<i>P. obsoleta</i>	14.308	103	158	-	-	-
<i>P. elenans</i>	10.081	-	-	-	-	-
Total	39.116	2.851	1.667	1.089	448	55

Pacífico Central: Finca Edwin Garita, Tivives de Esparza, Puntarenas

En esta finca se logró coleccionar la mayor cantidad de abejas debido a que la misma se ubica en una región con las condiciones climáticas que se favorece a este insecto. Se coleccionaron en las trampas 39.116 abejas, siendo que la trampa con la feromona de *P. obsoleta* logró atraer más abejas (14.308), aunque muy similar a la trampa con la feromona de *P. vicina* (14.036). Llama la atención que la feromona de *P. elenans* captura una cantidad menor de abejas (10.081) con respecto a las dos anteriores, siendo esta feromona la que se ha utilizado en las fincas en esa región y Guanacaste. La feromona de *P. menetriesi* es la de menor captura.

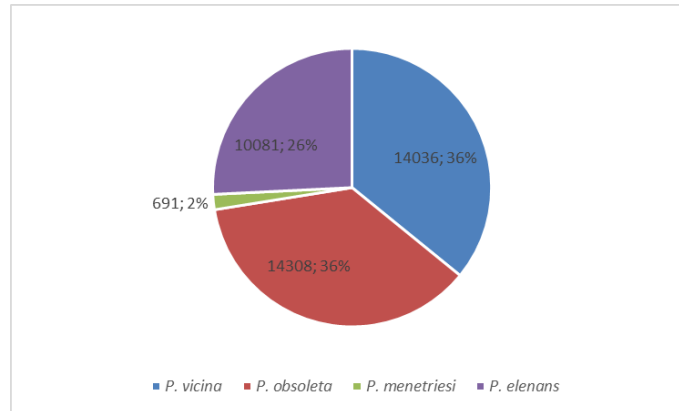


Figura 3. Captura total y relación (%) de abejas capturados en trampas con feromonas sexuales de cuatro especies de abejas, Tivives, Costa Rica. 2014.

El acumulado de capturas no muestra diferencia estadísticas entre las feromonas con mayor capacidad de atracción, pero si con respecto a la feromona de *P. menetriesi* (Figura 4). Como se observa la mayor captura de abejas se da con las feromonas de *P. obsoleta* que contiene 50 % de la feromona de *P. vicina*/*P. elenans*. Estos resultados sugieren que las tres feromonas de mayor captura pueden ser utilizadas en la región con una alta posibilidad de lograr importantes capturas.

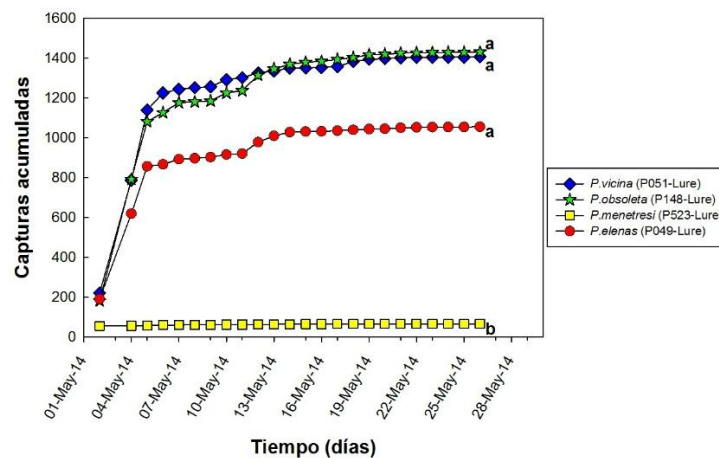


Figura 4. Promedio de captura diario acumulado por cuatro feromonas sexuales en el periodo de observaciones en Tivives, Costa Rica. 2014. Curvas con la misma letra no muestran diferencias estadísticas entre ellas según Tukey al 0,05.

Los resultados observados durante el periodo de evaluación (Figura 5) mostró que durante los primeros seis días del mes de mayo se logró la mayor captura de abejones muy posiblemente debido al estímulo del inicio del periodo de lluvias y al momento oportuno en el cual se pusieron las trampas. Se encontró que entre las feromonas existieron diferencias en la capacidad de atracción en ese periodo diario de máximas capturas. A partir del 07 de mayo las capturas se reducen significativamente lo que confirma el marcado periodo de salida de abejones en condiciones que le son favorables.

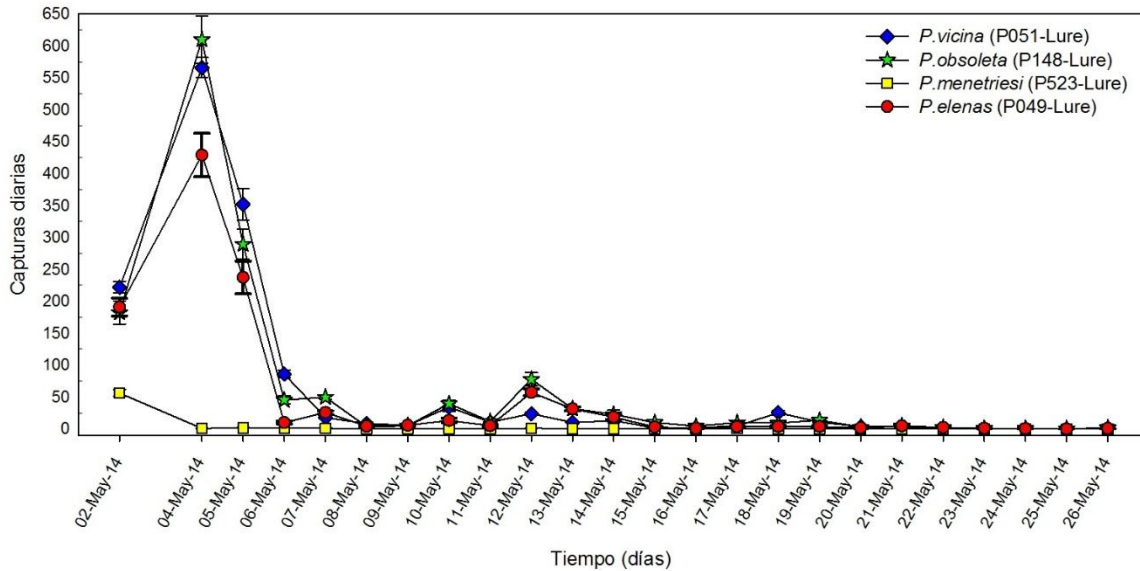


Figura 5. Captura promedio diaria de abejones por trampa con cuatro feromonas sexuales en Tivives, Costa Rica. 2014.

Una muestra de los abejones colectados por cada tipo de feromonas fue identificado por especialistas. Los resultados de esta etapa del trabajo muestran que algunas feromonas no son específicas en la atracción de abejones, ello debido a que son formuladas a partir de sustancias similares o mezclas de sustancias, como lo indicó el Dr. Oehlschlager. Se observa (Figura 6) que en ningún caso se reportó la captura de la especie *P. obsoleta*, más bien la feromona sintetizada bajo ese nombre fue la única que capturó los pocos abejones de *P. menetriesi* reportados en las capturas y una especie más, *Phyllophaga lenis*. Todos los abejones colectados pertenecen al género *Phyllophaga*, encontrando 4 especies. No hay duda que la especie predominante en esta región del país es *Phyllophaga eleas*.

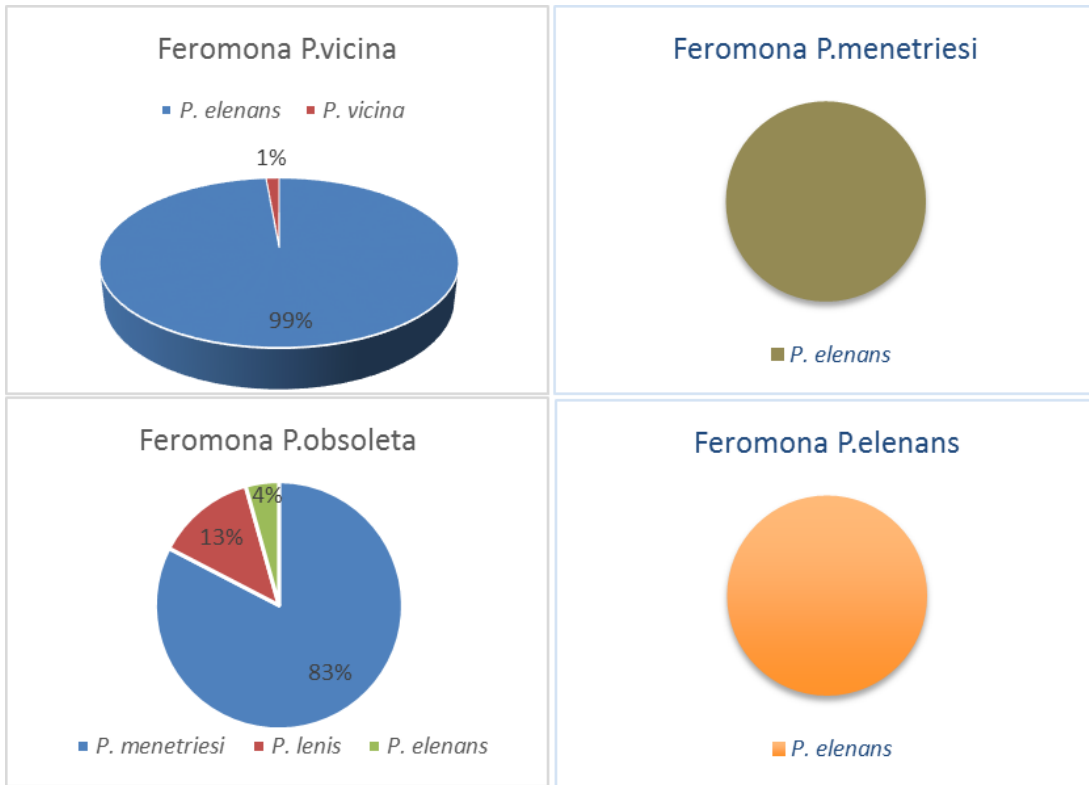


Figura 6. Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Tivives, Costa Rica. 2014.



Figura 7. Adultos de *Phyllophaga elenans* colectados en Tivives, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.

Región Valle Central: Finca Ingenio Porvenir, Tacaes de Grecia.

En este lugar se colectó 2.017 abejones en las trampas con feromonas de *P. menetriesi*, 731 abejones en las trampas de *P. vicina* y solo 103 en las trampas con la feromona de *P. obsoleta* (Figura 8).

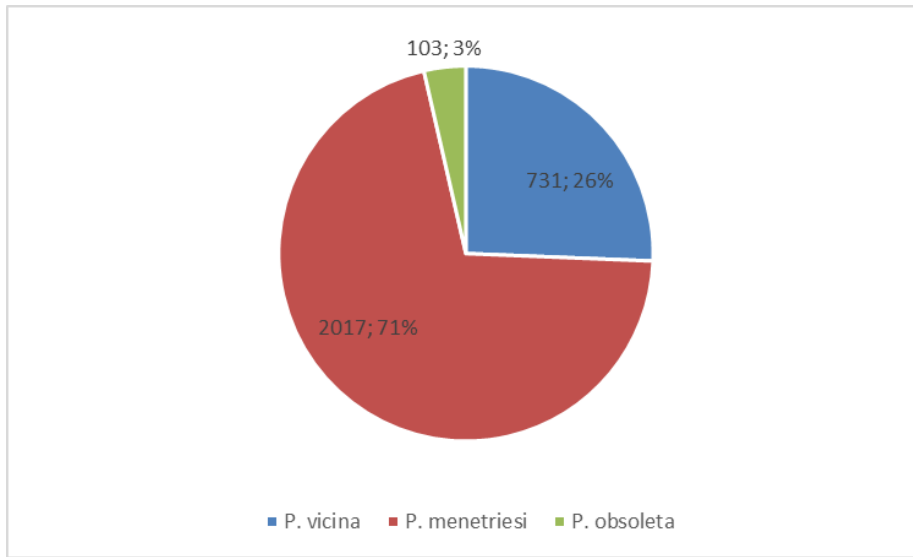


Figura 8. Captura total y relación (%) de abejas colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejas, Grecia, Costa Rica. 2014.

El acumulado de las capturas en el tiempo muestra diferencias estadísticas entre las tres feromonas (Figura 9), presume por tanto mayor eficiencia en la atracción de machos con la feromona de *P. menetriesi*. La feromona de *P. vicina* presenta una capacidad de captura menor pero no tan limitada como la de *P. obsoleta* que capturó solo el 3% del total de abejas.

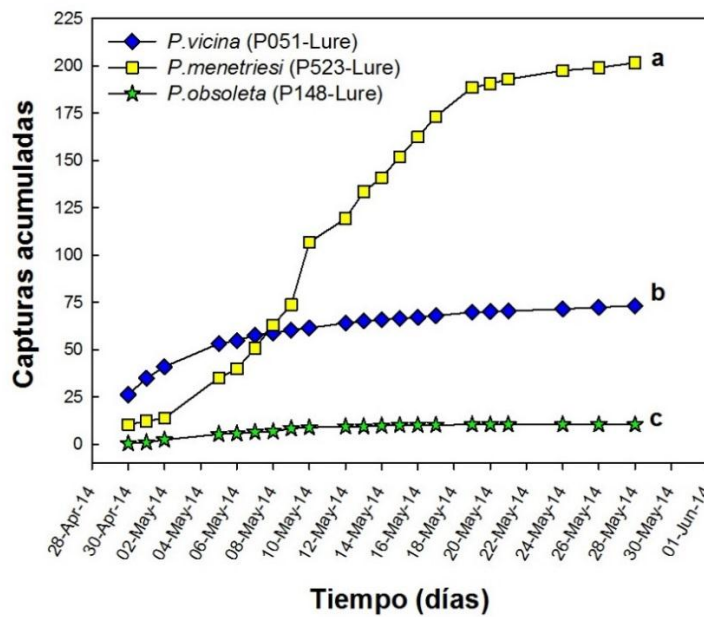


Figura 9. Promedio de captura diario acumulado por tres feromonas sexuales en el periodo de observaciones en Grecia, Costa Rica. 2014. Curvas con la misma letra no muestran diferencias estadísticas entre ellas según Tukey al 0,05.

El establecimiento del periodo lluvioso en el Valle Central difiere un poco con el del Pacífico lo que puede influir en la emergencia de los abejones del suelo y la atracción y captura del macho en las trampas. En la figura 10 se observa mayor variación diaria de capturas, principalmente en el caso de *P. menetriesi*, donde se muestra diferencias respecto a las capturas en las otras dos trampas durante la mayoría de los días de revisión de las trampas.

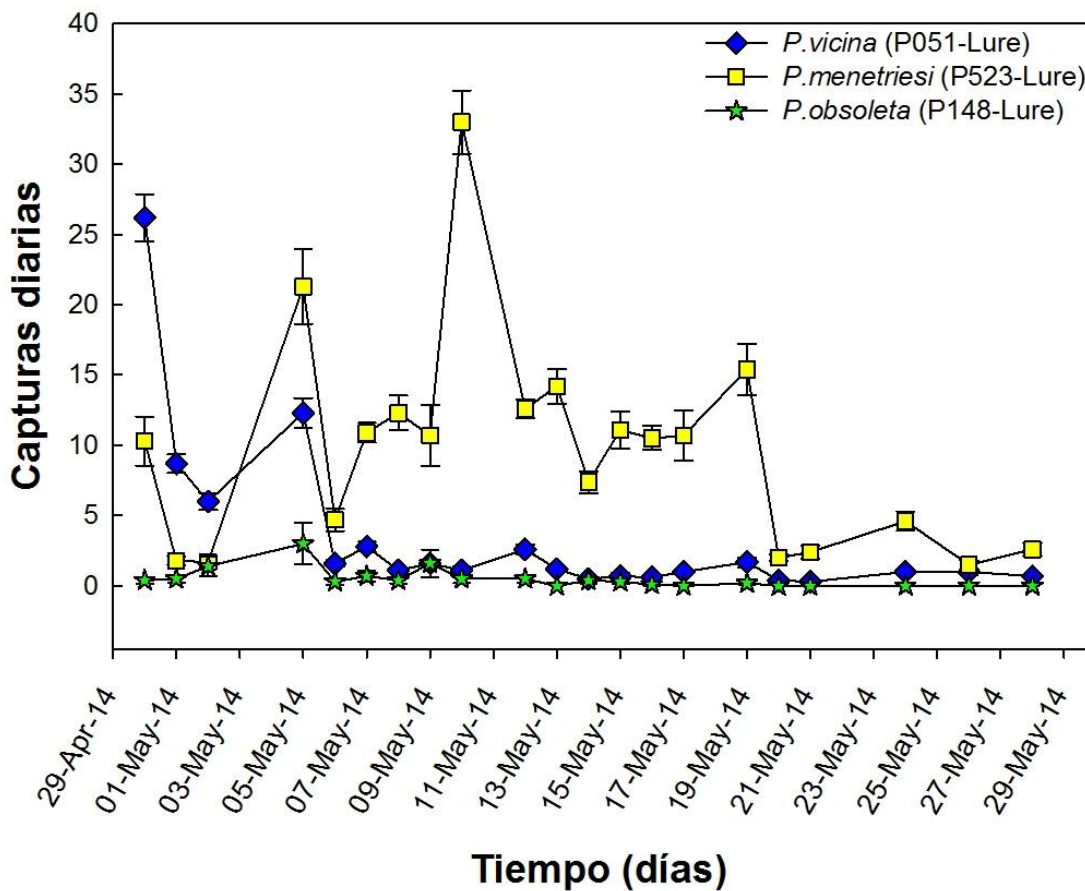


Figura 10. Captura promedio diaria de abejones por trampa efectuada con tres feromonas sexuales en Grecia, Costa Rica. 2014.

Al realizar la identificación de los abejones colectados se encontró que con la feromona de *P. vicina* se capturaron dos especies relevantes, *P. vicina* y *P. puntarenosa*, pero llama la atención que se encontró abejones de *P. elenans*; en una menor proporción, también se capturó *P. menetriesi*. La feromona de *P. menetriesi* mostró un alto nivel de especificidad al capturar esa especie, mientras la feromona de *P. obsoleta* atrajo la mayoría de especímenes de *P. elenans* y otras dos especies en menor proporción. Se identificaron seis especies de abejones del género *Phyllophaga* (Figura 11).

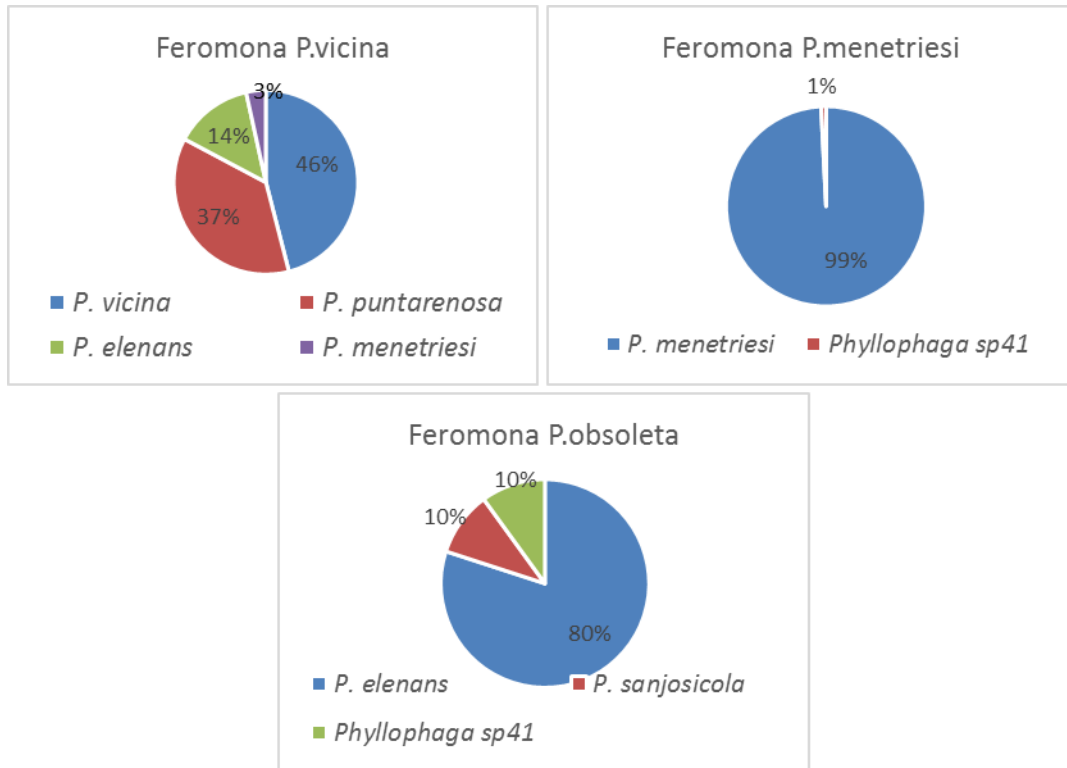


Figura 11. Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Grecia, Costa Rica. 2014.

Según lo observado en esta localidad se pueden utilizar las tres feromonas evaluadas, se puede considerar también el uso de feromonas de *P. elenans* debido al reporte de esa especie entre los abejones capturados.



Figura 12. Adulto de *Phyllophaga menetriesi* colectado en Grecia, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



Figura 13. Adulto de *Phyllophaga vicina* colectado en Grecia, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.

Región Valle Central: Finca Ingenio Coopevictoria, La Paz de San Ramón.

En esta finca se logró colectar 1.053 abejones en las trampas con feromonas de *P. vicina*, 456 abejones en las trampas de *P. menetriesi* y 158 en las trampas con la feromona de *P. obsoleta* (Figura 14).

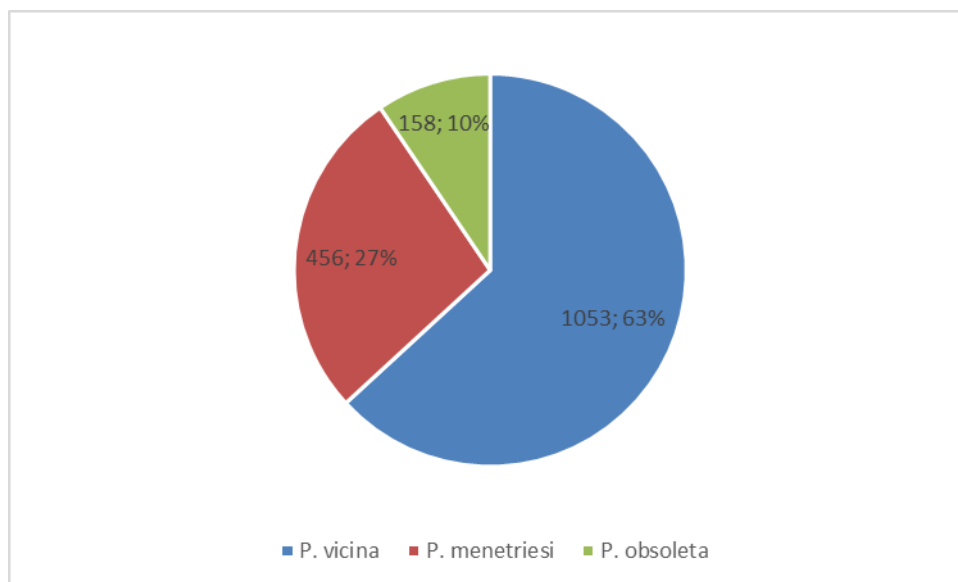


Figura 14. Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, San Ramón, Costa Rica. 2014.

El acumulado de las capturas en el tiempo muestra diferencias estadísticas entre la feromona de *P. vicina* respecto a las feromonas de *P. menetriesi* y *P. obsoleta* (Figura 15), situación diferente a la observada en las capturas realizadas en Grecia. La mayor eficiencia en la atracción de abejones ocurre con la primer feromona.

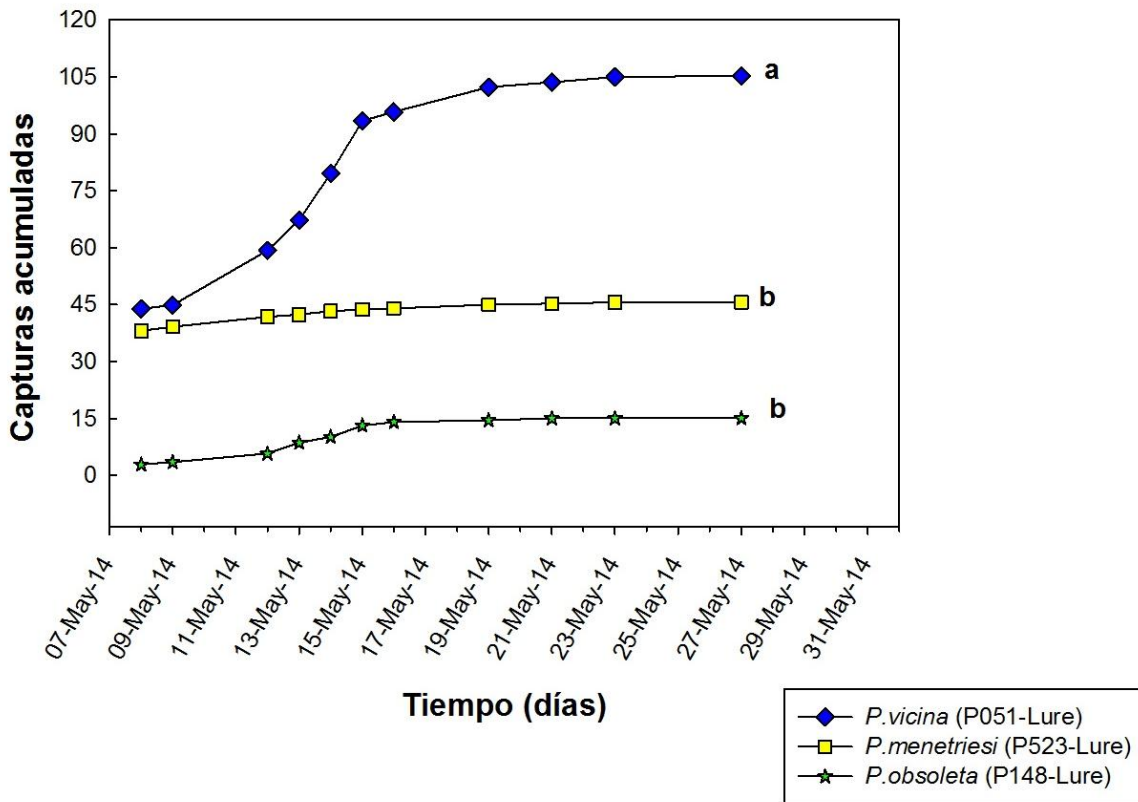


Figura 15. Promedio de captura diario acumulado por tres feromonas sexuales en el periodo de observaciones en San Ramón, Costa Rica. 2014. Curvas con la misma letra no muestran diferencias estadísticas entre ellas según Tukey al 0,05.

En la figura 16 se presenta la captura promedio por trampa durante 22 días del mes de mayo. Se puede observar un comportamiento similar a lo registrado en las otras regiones al darse mayor captura en los primeros días de colocadas las trampas. También se presume que algunas lluvias previas al momento del establecimiento de las trampas pudieron influir en las capturas. Se nota diferencias en la capacidad de atracción de *P. vicina* respecto a las otras feromonas en algunas fechas del registro de capturas.

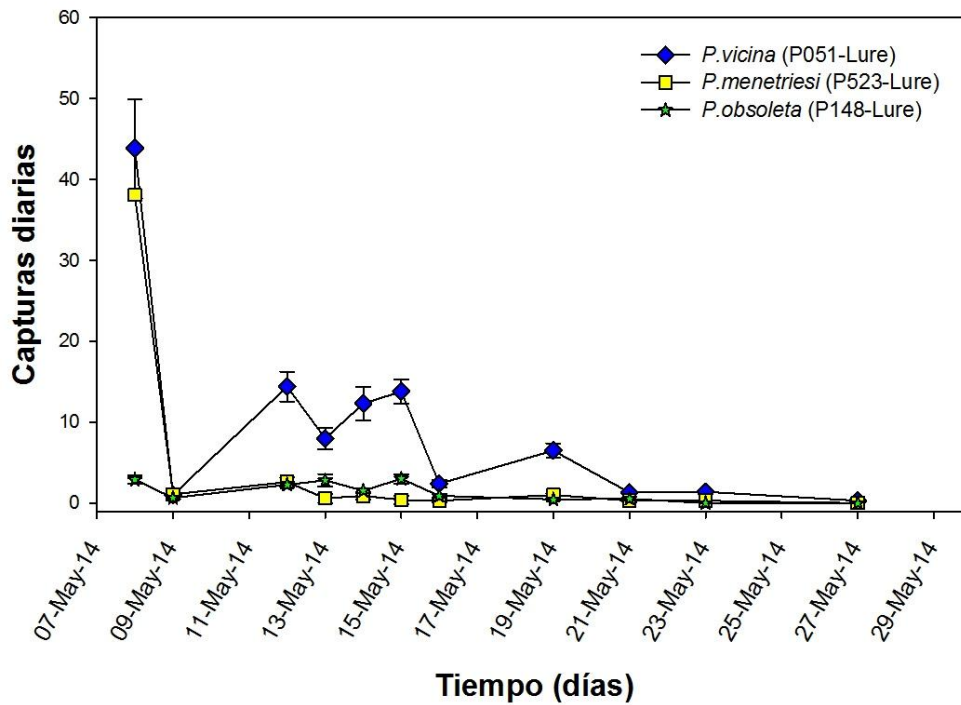


Figura 16. Captura promedio diaria de abejones por trampa con tres feromonas sexuales en San Ramón, Costa Rica. 2014.

En esta localidad se encontraron siete especies del género *Phyllophaga*, se denota que las feromonas de *P. vicina* y *P. obsoleta* capturan dos de las especies predominantes (*Phyllophaga puntarenosa* y *P. sanjosicola*) y la feromona de *P. menetriesi* realiza mayor atracción a esa especie.

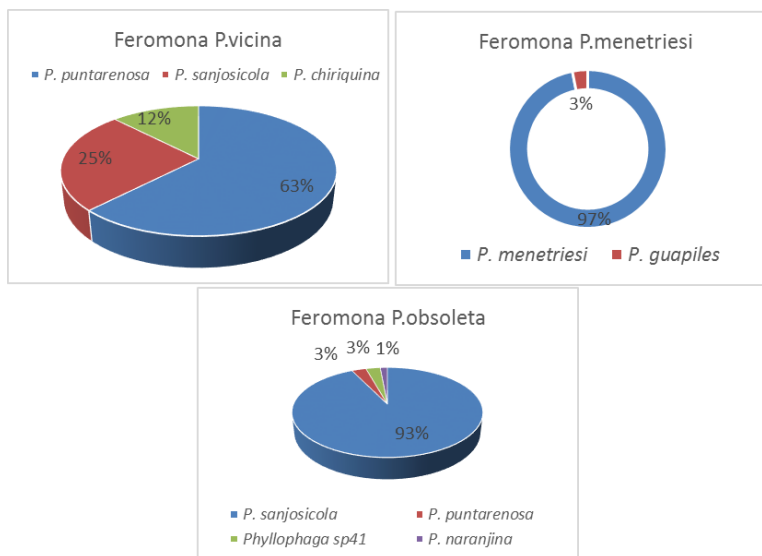


Figura 17. Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. San Ramón, Costa Rica. 2014.



Figura 18. Adulto de *Phyllophaga sanjosicola* colectado en San Ramón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



Figura 19. Adulto de *Phyllophaga puntarenosa* colectado en San Ramón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.

Región Sur: Finca Cámara de Cañeros, La Ceniza de Pérez Zeledón.

En esta finca se logró colectar 669 abejones en las trampas con feromonas de *P. vicina* y 420 abejones en las trampas de *P. menetriesi*.

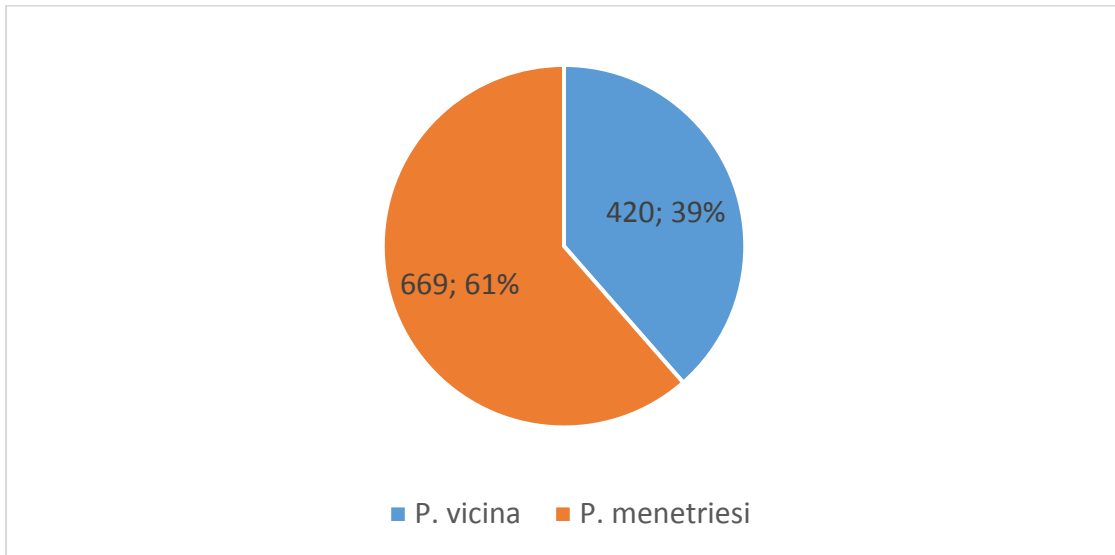


Figura 20. Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.

El acumulado de las capturas en el tiempo muestra diferencias estadísticas entre la feromona de *P. vicina* respecto a la feromonas de *P. menetriesi* (Figura 21), aunque se puede inferir que ambas feromonas podrían realizar un importante nivel de capturas.

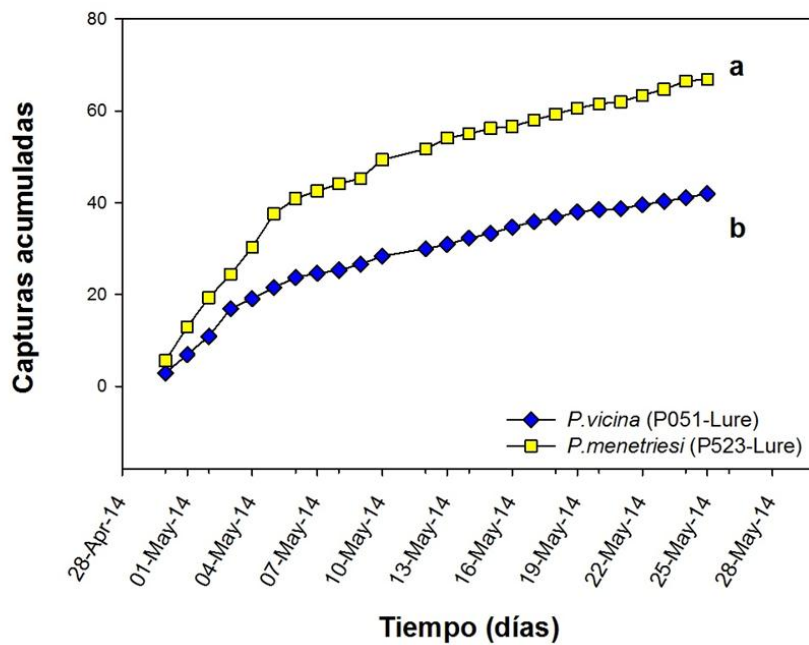


Figura 21. Promedio de captura diario acumulado por tres feromonas sexuales en el periodo de observaciones en Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014. Curvas con la misma letra no muestran diferencias estadísticas entre ellas según Tukey al 0,05.

En la figura 22 se observa el comportamiento diario de captura con las dos feromonas. Se deduce que existen diferencias en la atracción diaria de los machos entre ambas, aunque las capturas fueron bajas ya que días antes de colocar las trampas había llovido, situación particular de la Región Sur donde inician las lluvias entre la tercera y cuarta semana del mes de abril.

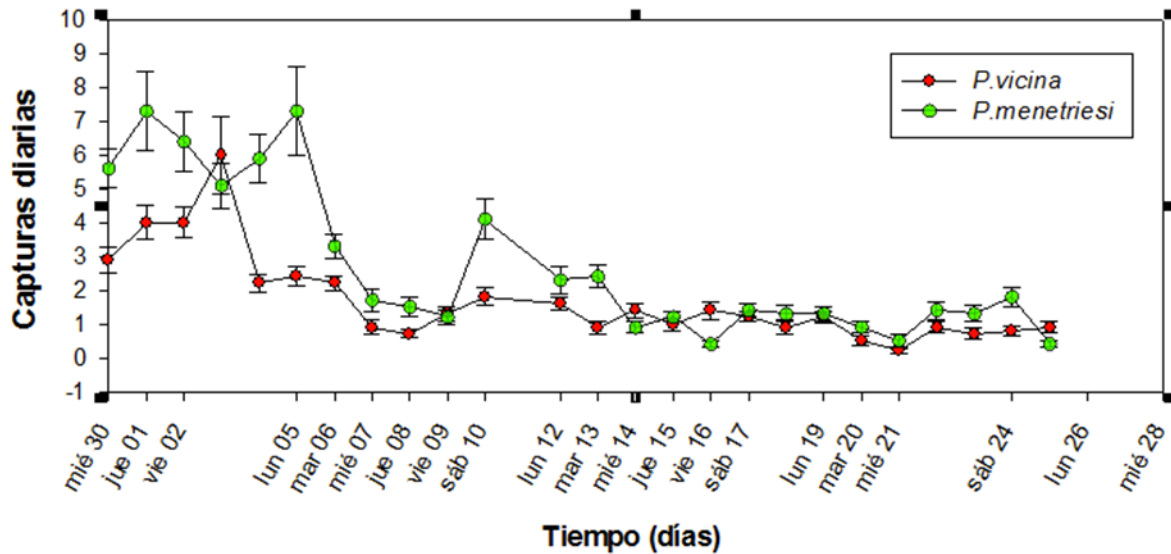


Figura 22. Captura promedio diaria de abejas por trampa con dos feromonas sexuales en Finca de la Cámara de Cañeros, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.

En ésta finca se encontró 7 géneros y 12 especies de abejas donde se demuestra que la Región Sur es la de mayor diversidad (Figura 23). Las dos feromonas capturaron una mayor proporción de abejas de la especie que indica su nombre. En el caso de *P. vicina* se observa un 75,5% de esa especie, capturando también *Anomala testaceipennis* (6,4%), *Phyllophaga chiriquina* (5,9%), *Cyclocephala epistomasis* (4,9%) y *Phyllophaga puntarenosa* (3,9%) como las de mayor relevancia. La feromona de *P. menetriesi* tiene la capacidad de atraer la mayor proporción de machos de esa especie (66,5%), donde sobresalió también la captura de *Phyllophaga morganella* (27,7%).

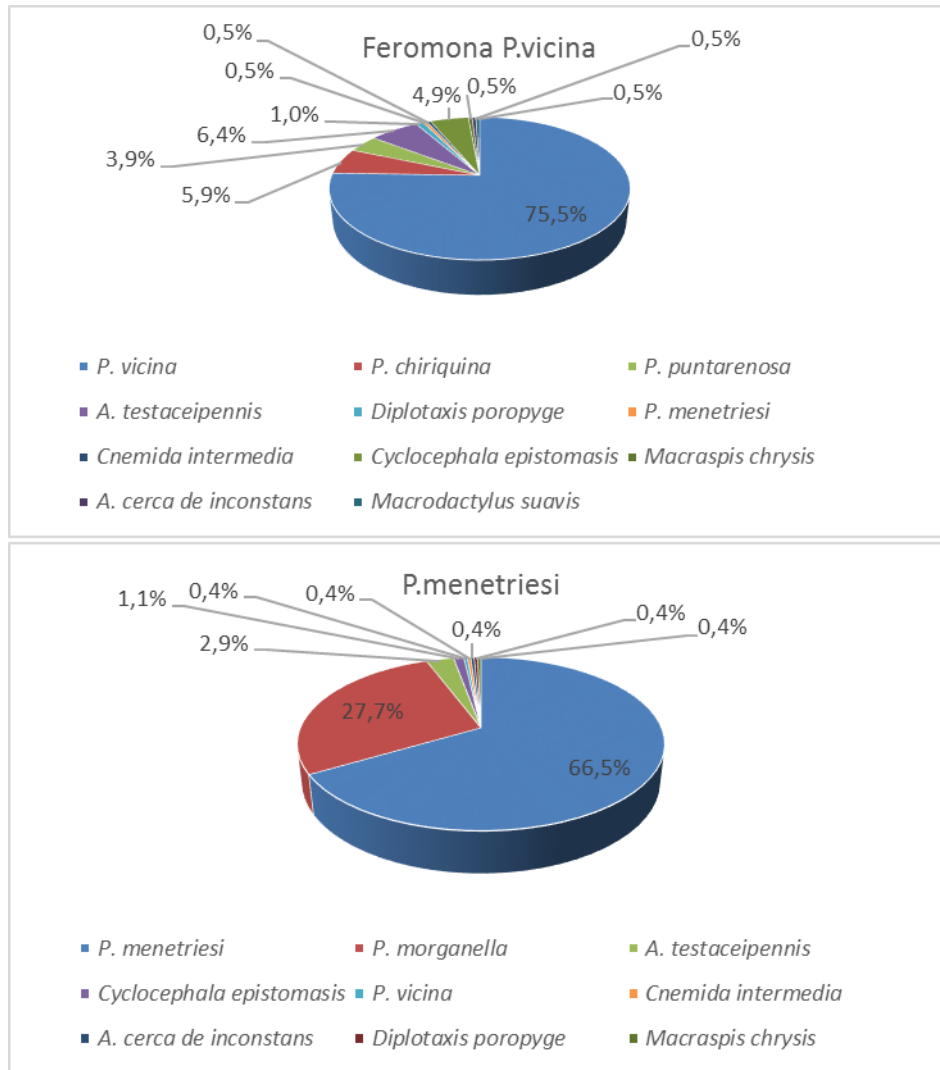


Figura 23. Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.



Figura 24. Adulto de *Anomala testaceipennis* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



Figura 25. Adulto de *Phyllophaga morganella* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.

Región Sur: Finca Toledo, La Ceniza de Pérez Zeledón.

Se colocó trampas a partir del 01 de mayo, cuando ya habían ocurrido las primeras lluvias, factor que pudo haber influido en un bajo índice de capturas, pero que muestra tendencias similares a lo observado en otras regiones. En esta finca se colectó 361 abejones en la trampa de *P. menetriesi* y 87 abejones en la de *P. vicina*.

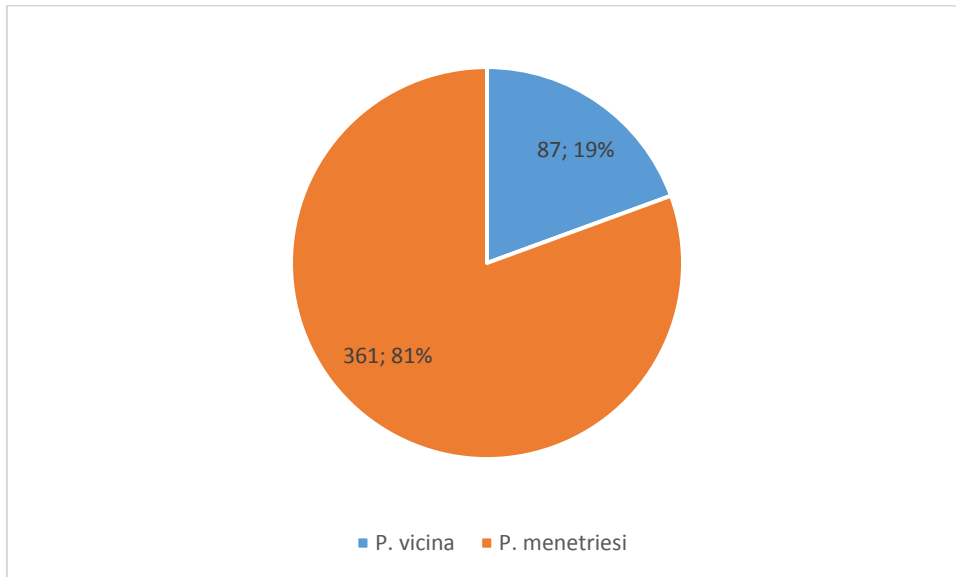


Figura 26. Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014

Se observó que existen diferencias significativas en la capacidad de atracción de los abejones entre las dos feromonas, donde se denota una mayor captura en la de *P. menetriesi*. En la figura 27 se presentan los acumulados promedio diarios de capturas de ambas feromonas.

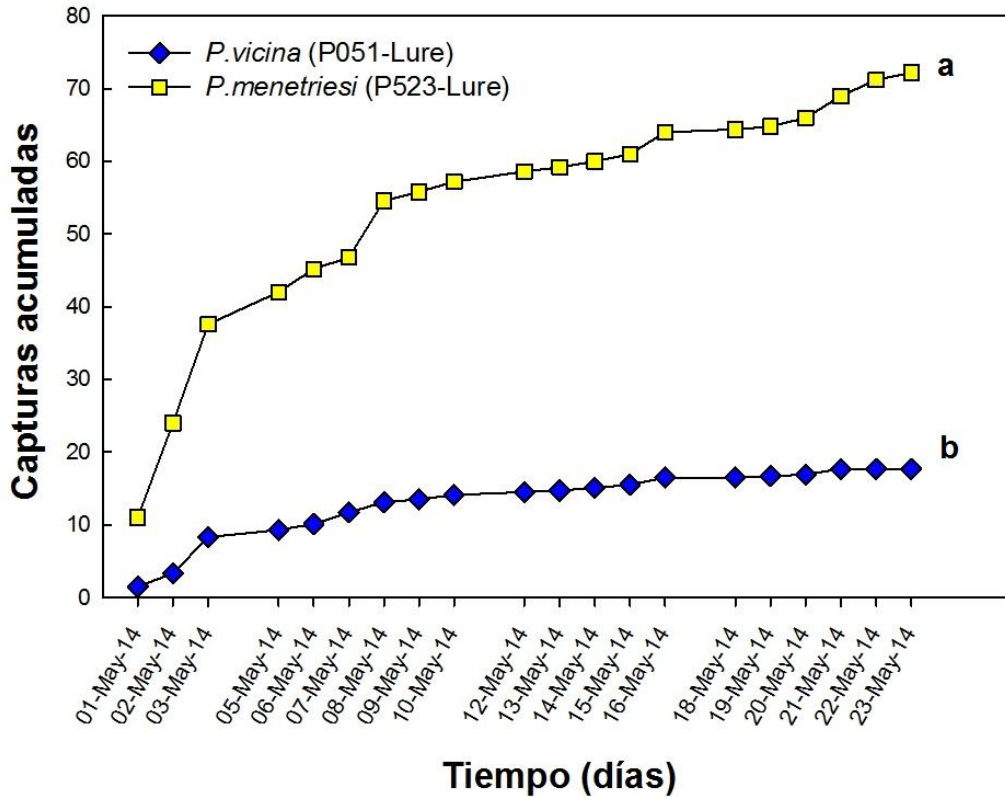


Figura 27. Promedio de captura diario acumulado por tres feromonas sexuales en el periodo de observaciones en Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014. Curvas con la misma letra no muestran diferencias estadísticas entre ellas según Tukey al 0,05.

En la figura 28 se presentan las capturas diarias con un comportamiento similar a las demás regiones donde se observa una mayor tendencia en la captura durante los primeros días de colocadas las trampas, pero es necesario recordar que el periodo de lluvias inicio una o dos semanas antes, por lo cual puede haber ocurrido una importante emergencia de abejones del suelo con antelación a la colocación de trampas que no se refleja en las capturas esperadas.

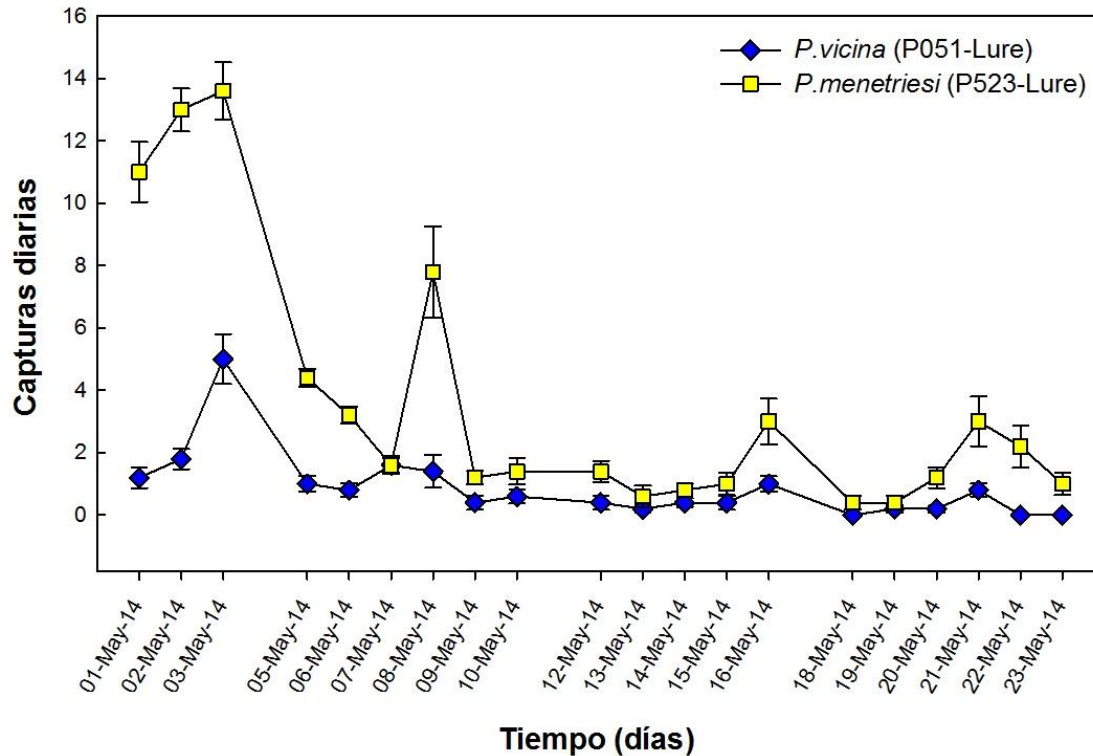


Figura 28. Captura promedio diaria de abejas por trampa con dos feromonas sexuales en Finca Toledo, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.

En esta finca se identificó 3 géneros y 7 especies de abejas. Con la feromona de *P. vicina* se capturó un 59% de esa especie, 17% de *P. morganella* y 15% de *P. menetriesi* como las de mayor relevancia.

En el caso de las capturas con la feromona de *P. menetriesi* el 50,8% de las colectas fueron de esa especie, un 40,7% de *P. morganella* y en menor proporción *P. vicina* y *Anomala* sp. cerca de *inconstans*. Cabe mencionar que en colectas de jobotos que se han realizado en la Región Sur se tiene una importante proporción de la última especie.

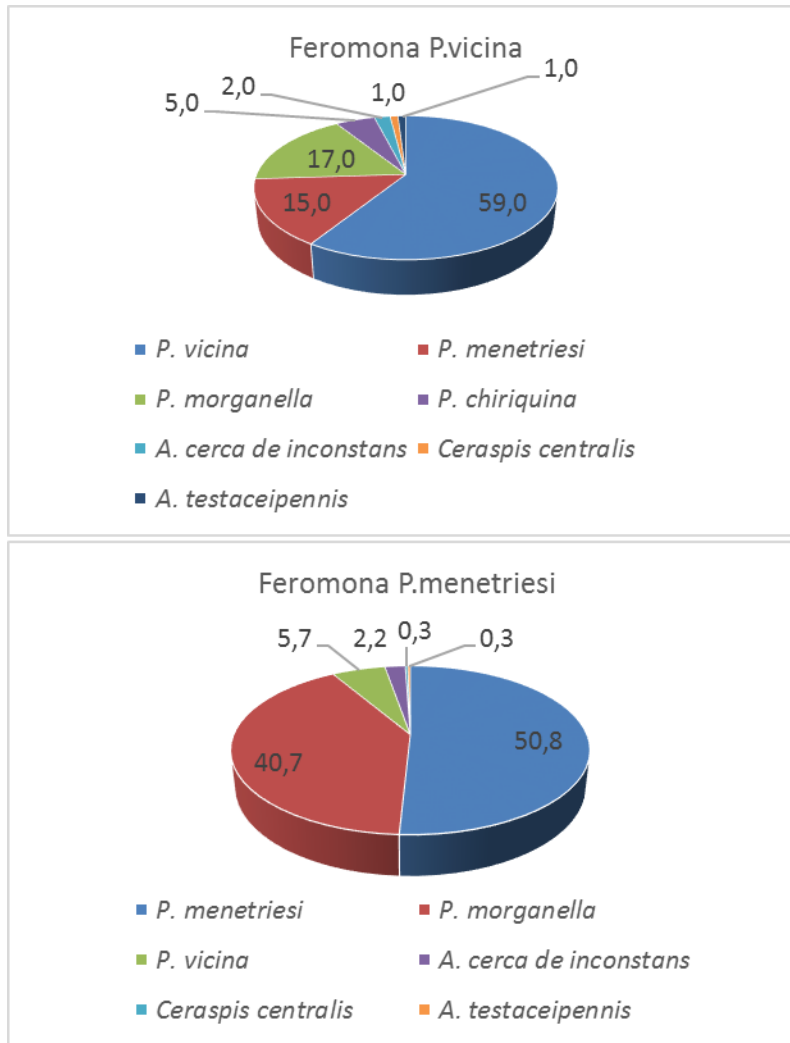


Figura 29. Especies de abejas colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.



Figura 30. Adulto de *Anomala* sp. cerca de *inconstans* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.

Región Sur: Finca Santa María, Cajón de Pérez Zeledón.

En esta finca las trampas se colocaron a partir del 05 de mayo, lo que hace presumir que el momento no fue el idóneo para lograr mayores capturas (Figura 31). Aun así se observa un nivel de capturas semejante entre ambas feromonas, que no muestra diferencias estadísticas entre ellas (Figura 32).

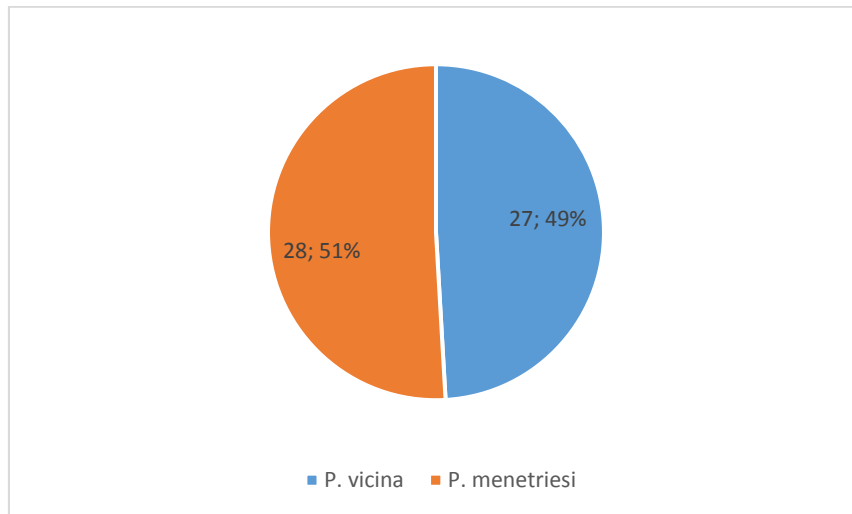


Figura 31. Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014

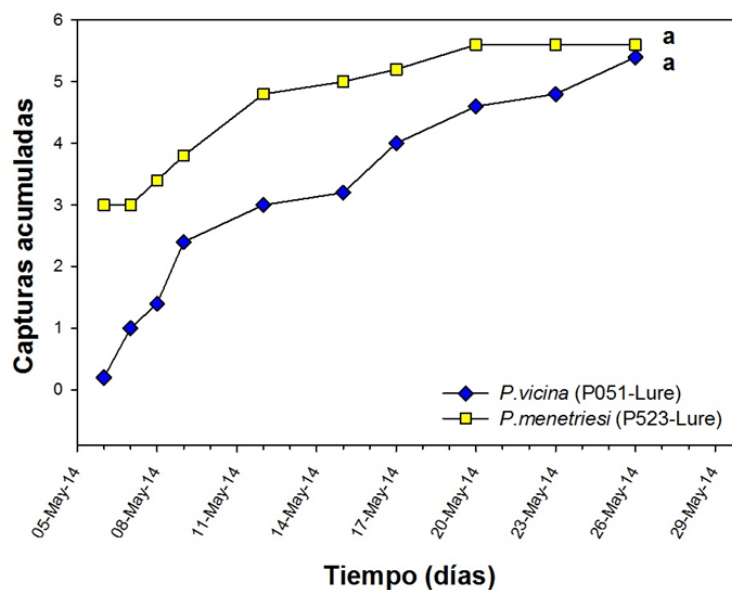


Figura 32. Promedio de captura diario acumulado por tres feromonas sexuales en el periodo de observaciones en Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014. Curvas con la misma letra no muestran diferencias estadísticas entre ellas según Tukey al 0,05.

Es posible, como se ha indicado, que la salida de abejones haya ocurrido previo a la colocación de las trampas, razón que podría explicar el poco nivel de capturas de abejones. Se observó diariamente diferencias en las capturas entre ambas feromonas.

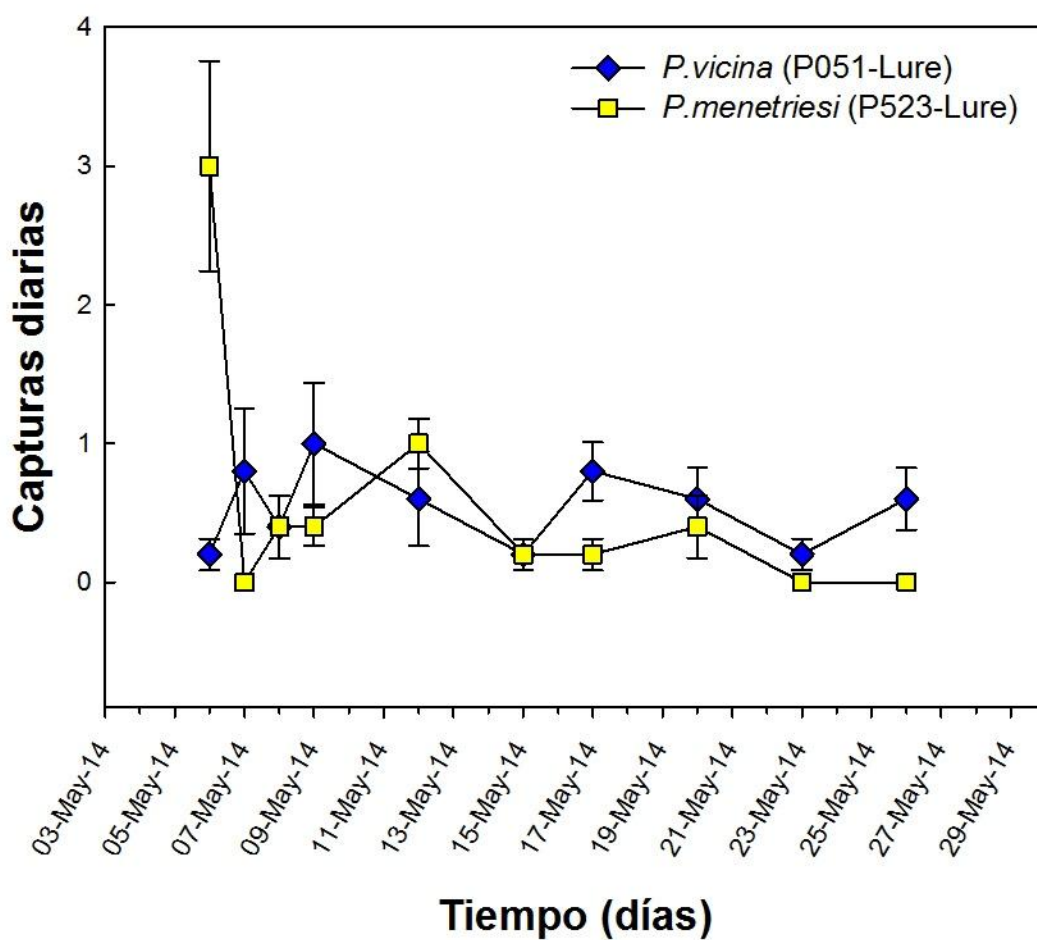


Figura 33. Captura promedio diaria de abejones por trampa con dos feromonas sexuales en Finca Santa María, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.

Con la feromona de *P. vicina* (Figura 34) se capturó cuatro especies de abejones, en mayor proporción *P. granulipyga* (50,0%), *P. chiriquina* (26,9%), mientras *P. vicina* y *P. menetriesi* con una misma proporción.

Con la feromona de *P. menetriesi* se capturó un 86% de esa especie, un 10% de *P. chiriquina* y un 4% de *P. granulipyga*.

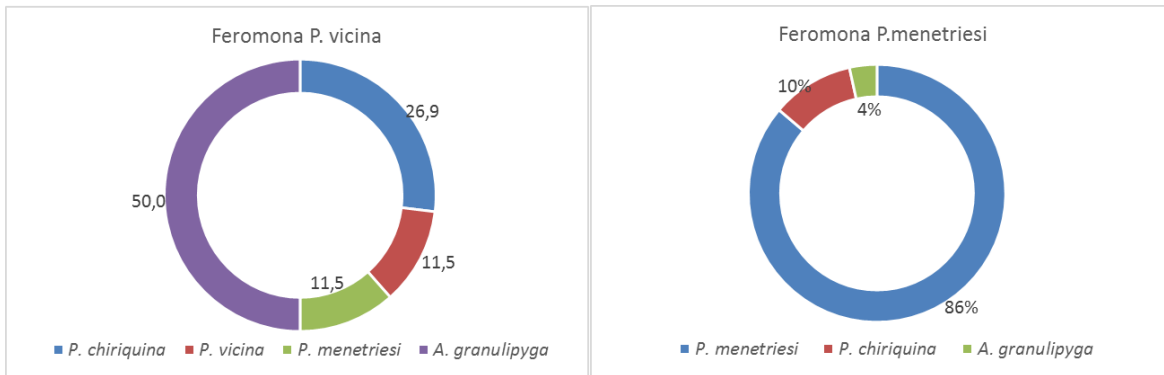


Figura 34. Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.



Figura 35. Adulto de *Anomala granulipyga* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



Figura 36. Adulto de *Phyllophaga chiriquina* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.

Conclusiones

- Se logró determinar la capacidad de captura de “Abejones de Mayo” mediante el uso de cuatro feromonas sexuales, por lo cual esta estrategia de manejo de la plaga es viable utilizarla en regiones no tradicionales del uso de estos productos semioquímicos.
- Las diversas condiciones en las que se siembra caña de azúcar en nuestro país muestra una marcada diferencia en la diversidad de especies de abejones.
- Se determinó un efecto variable en la captura de abejones entre las diferentes feromonas y entre las feromonas en las localidades donde se desarrolló la investigación.
- Se observa consistencia en la composición de las especies capturadas en las fincas en una misma región o entre regiones cercanas.

Recomendaciones

- En la zona de influencia al sur del Ingenio El Palmar se recomienda utilizar las feromonas de *P. elenans* o *P. vicina* para la captura de abejones de *P. elenans*.
- En Grecia se deben usar las feromonas de *P. vicina* y *P. menetriesi*. Se sugiere verificar la presencia de *P. elenans* capturado en trampas de *P. obsoleta* en este trabajo. Es necesario colocar algunas feromonas de *P. elenans* con ese objetivo.
- En San Ramón y Pérez Zeledón se recomienda la utilización de las feromonas de *P. vicina* y *P. menetriesi* con las que se lograría capturar las especies de abejones más predominantes.
- Es fundamental preparar la logística de distribución de las trampas (lotes con historial, área estimada, presupuesto) y todos los materiales necesarios para la captura de abejones (recipientes, feromonas) una o dos semanas antes de la fecha en que se estima el inicio del periodo de lluvias. Con ello se pretende poner las feromonas máximo dos días después para lograr éxito en la captura de los primeros machos que emergen y evitar la copulación con las hembras.
- Se sugiere colocar las trampas distanciadas entre sí cada 30 metros dentro de la plantación (4/ha) si no hay interferencia del mismo cultivo, o cada 30 – 50 m en los bordes (caminos, canales, cercas) si la plantación está desarrollada.
- Es necesario validar, en caso de la necesidad de colocar más de un tipo de feromona, el uso por secciones o alternadas.
- La colocación de trampas cerca o debajo de hospederos donde los abejones llegan a alimentarse y copular generan un incremento en las capturas.

Agradecimiento

A los colegas Willy Valverde y Oldemar Navarro (Coopeagri), Cristian Quesada (Coopevictoria), Ramón Aguilar (Porvenir) y Emilet Barrantes (Cámara de Cañeros) por el apoyo que brindaron en la logística y desarrollo del trabajo en fincas. A los señores Juan Mercedes Valverde (CPCRS) y Edwin Garita (Tivives), quienes de manera desinteresada fueron responsables de la toma de datos y a un grupo de colaboradores que participaron en el trabajo de campo. A Chemtica Internacional S.A. por proveer las feromonas para la ejecución del trabajo.

Literatura Consultada

Badilla F., F. 1994. Manejo integrado de jobotos *Phyllophaga* spp. (Scarabaeidae) en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. In Seminario-Taller Centroamericano sobre la Biología y Control de *Phyllophaga* spp. Editores Philip J. Shannon y Manuel Carballo. CATIE-PRIAG. Turrialba, Costa Rica. P. 104-113

Blanco M., H. 2004. Las feromonas y sus usos en el manejo de plagas. Hoja Técnica N°47. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). N°71. P. 112-118. <http://www.sidalc.net/repdoc/A1933E/A1933E.PDF>

León, R. 1996. Inventario de Jobotos (Coleóptera, Scarabaeidae), reportados para el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. En Memoria 10^{mo} Congreso de ATACORI, 5-6 y 7 setiembre 1996. Editor Carlos Sáenz. Guanacaste, Costa Rica. P. 14

Rodríguez, A., Sáenz, C., Salazar, J.D., Alfaro, D. y Oviedo, R. 1999. Manejo integrado y perspectivas de control de jobotos *Phyllophaga* spp. (Col: Melolonthidae) en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA - LAICA). En: Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 1999. P.148.

Salazar, B. J.D. 2013 (a). Joboto *Phyllophaga* sp. Coleóptero: Scarabaeidae. 5 p. <https://www.laica.co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443&s=1774&d=9732.PDF>

Salazar, B. J.D. 2013 (b). Confeción de trampas para la captura de abejones. 2 p. <http://www.laica.co.cr/biblioteca2/verSubcategoria.do?p=2&c=443&s=1774>

Solís, A. 2012. Escarabajos en la Caña de Azúcar. InBio. Agosto 2012. Archivo PP. Presentado en el V Congreso Tecnológico DIECA. Coopevictoria R.L., 05, 06 y 07 de Setiembre 2012.

VI Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)
 Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)
 20 y 21 de agosto del 2015. Salón de Asambleas de CoopeVictoria R. L., Grecia.
 Alajuela, Costa Rica.

Anexo

Cuadro A.1. Total de capturas por localidad, tipo de feromona y especies de abejones colectados. Costa Rica, 2014.

LUGAR	FINCA	FEROMONA	CAPTURA		ESPECIES (%)
			TOTAL	%	
Tivives	E. Garita	P. elenans	10081	26,0	<i>Phyllophaga elenans</i> (100,0)
		P. vicina	14036	36,0	<i>P. elenans</i> (99,0)- <i>Phyllophaga vicina</i> (1,0)
		P. menetriesi	691	2,0	<i>P. elenans</i> (100,0)
		P. obsoleta	14308	36,0	<i>Phyllophaga menetriesi</i> (83,0)- <i>Phyllophaga lenis</i> (13,0)- <i>Phyllophaga obsoleta</i> (4,0)
Grecia	Porvenir	P. vicina	731	26,0	<i>P. vicina</i> (46,0)- <i>Phyllophaga puntarenosa</i> (37,0)- <i>P. elenans</i> (14,0)- <i>P. menetriesi</i> (3,0)
		P. menetriesi	2017	71,0	<i>P. menetriesi</i> (99,0)- <i>Phyllophaga sp41</i> (1,0)
		P. obsoleta	103	3,0	<i>P. elenans</i> (80,0)- <i>Phyllophaga sanjosicola</i> (10)- <i>Phyllophaga sp41</i> (10,0)
San Ramón	La Paz	P. vicina	1053	63,0	<i>P. puntarenosa</i> (63,0)- <i>P. sanjosicola</i> (25,0)- <i>Phyllophaga chiriquina</i> (12,0)
		P. menetriesi	456	27,0	<i>P. menetriesi</i> (97,0)- <i>Phyllophaga guapiles</i> (3,0)
		P. obsoleta	158	10,0	<i>P. sanjosicola</i> (93,0)- <i>P. puntarenosa</i> (3,0)- <i>Phyllophaga sp41</i> (3,0)- <i>Phyllophaga naranjina</i> (1,0)
Pérez Zeledón	Cámara Cañeros	P. vicina	420	39,0	<i>P. vicina</i> (75,5)- <i>Anomala testaceipennis</i> (6,4)- <i>P. chiriquina</i> (5,9)- <i>Cyclocephala epistomasis</i> (4,9)- <i>P. puntarenosa</i> (3,9)-Otras 5 (3,4)
		P. menetriesi	669	61,0	<i>P. menetriesi</i> (66,5)- <i>Phyllophaga morganelle</i> (27,7)- <i>A. testaceipennis</i> (2,9)- <i>C. epistomasis</i> (1,1)-Otras 5 (2,0)
	Toledo	P. vicina	87	19,0	<i>P. vicina</i> (59,0)- <i>P. morganelle</i> (17,0)- <i>P. menetriesi</i> (15,0)- <i>P. chiriquina</i> (5,0)- <i>Anomala sp. cerca inconstans</i> (2,0)-Otras 2 (2,0)
		P. menetriesi	361	81,0	<i>P. menetriesi</i> (50,8)- <i>P. morganelle</i> (40,7)- <i>P. vicina</i> (5,7)- <i>Anomala sp. cerca inconstans</i> (2,2)-Otras 2 (0,6)
	Santa María	P. vicina	27	49,0	<i>Anomala granulipyga</i> (50,0)- <i>P. chiriquina</i> (26,9)- <i>P. menetriesi</i> (11,5)- <i>P. vicina</i> (11,5)
		P. menetriesi	28	51,0	<i>P. menetriesi</i> (86,0)- <i>P. chiriquina</i> (10,0)- <i>A. granulipyga</i> (4,0)