



Lo natural
es que confiés
en lo natural
naturvia
endulzante 100% natural



Naturvia es un endulzante elaborado con ingredientes naturales que no contiene químicos. Utilizamos el extracto de la hoja de Stevia, para crear un dulce sabor 0 calorías.



Seguinos en:  www.naturvia.net

REVISTA Entre Cañeros

NÚMERO 2 JUNIO 2015
Revista trimestral del Departamento
de Investigación y Extensión de la
Caña de Azúcar (DIECA).

Comités Técnicos Regionales (COTER)

Validación de feromonas
sexuales para la captura
de machos de “Abejones
de Mayo”

Determinación de afini-
dad entre variedades
de caña de azúcar Q 96
y B 74-132





PRESENTACIÓN

Continuando con el compromiso asumido por el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar de LAICA, de ofrecer un canal de información permanente que permita disponer al sector azucarero y a la comunidad agrícola nacional, temas relevantes referentes al desarrollo, la investigación, la institucionalidad y la adopción de tecnologías aplicadas al cultivo de la caña de azúcar entre otros, con satisfacción ponemos a disposición del público interesado el segundo número de la revista “Entre Cañeros”. Se trabaja con la convicción de socializar y consolidar esta publicación como un portal de consulta e información de utilidad para técnicos en ciencias agrícolas y para los productores vinculados a la agroindustria azucarera.

Se ha implementado un formato sencillo y flexible que rompe la monotonía de la publicación científica tradicional, ofreciendo espacios para el análisis responsable y reflexión de temas agrícolas vinculados al cultivo; además de tener las habituales secciones para artículos científicos y notas técnicas con información sobre resultados de investigaciones que pueden ser de utilidad para la comunidad azucarera.

En este número la Sección Editorial contará con la presentación del tema de los Comités Técnicos Regionales (COTER) de DIECA, como una vía participativa en la que representantes válidos de las diferentes regiones cañeras pueden encauzar, definir y priorizar las deman-

das tecnológicas que requieren ser atendidas de manera integral y prioritaria dentro del accionar de DIECA..

En la Sección de Artículos Científicos se presentarán interesantes resultados vinculados con el uso de feromonas sexuales como atrayentes para la captura de abejones (*Phyllophaga elenans*, *P. vicina*, *P. obsoleta* y *P. menetriesi*), como una práctica complementaria efectiva para operar el manejo integrado de esta importante plaga; y que brinda importante información sobre las especies predominantes y su dinámica en las diferentes regiones productoras de caña evaluadas.

La sección de Notas Técnicas contará con un tema que tiene como objetivo el despejar la incógnita surgida sobre la identidad de las variedades Q 96 y B74–132, que por muchos años se ha debatido acerca de si ambos materiales genéticos corresponden a la misma variedad.

Contamos con que este nuevo número sea del interés y utilidad del productor cañero. Patentizamos nuestro sincero agradecimiento a los lectores por seguirnos y apoyarnos en esta importante y trascendente iniciativa; extensiva a los colaboradores que se esfuerzan por hacer posible esta revista con sus publicaciones.

Ing. Agr. Erick Chavarría Soto.
Coordinado Comité Editorial.



Créditos

Revista Entre Cañeros
Número 2, 1 de junio del 2015.
Publicación técnica gratuita del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar
Producida por la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar.
Avenida 15 y calle 3, Barrio Turnón.
10802 San José, Costa Rica.
www.laica.co.cr

Comité Editorial
Ing. Erick Chavarría Soto, coordinador.
Ing. Marco Chaves Solera.
Ing. José Daniel Salazar Blanco.
Ing. Julio César Barrantes Mora.

Diseño y Montaje:
Estudio Gráfico S. A.

Almanaque
24 de agosto de 1940: creación de la Junta de Protección a la Agricultura de la Caña por ley No. 3579

Contenido

Presentación2

Editorial
Comités Técnicos Regionales (COTER)
instrumentos institucionales de planificación.....5

Qué son los COTER6

Cómo operan y qué funciones tienen7

Artículo Científico
Validación de feromonas sexuales para la
captura de machos de “Abejones de Mayo”.....11

Pacífico Central: Finca Edwin Garita15

Región Valle Central: Ingenio Porvenir.....17

Región Valle Central: Ingenio Coopevictoria.....19

Región Sur: Cámara de Cañeros.....22

Región Sur: Finca Toledo24

Región Sur: Finca Santa María26

Conclusiones29

Nota Técnica
Determinación de la afinidad entre las
variedades de caña de azúcar Q96 y
B-74-132.....33

Características Botánicas.....38

Características Agroindustriales39

Conclusiones42

Agenda:

VI Congreso Tecnológico del Cultivo de la Caña de Azúcar

Siempre contribuyendo con la capacitación del productor cañero, la información sectorial y el mejoramiento integral de la agroindustria azucarera costarricense, con mucha satisfacción informamos que el Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), órgano técnico agrícola de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), estará realizando los días 20 y 21 de agosto del 2015 su VI Congreso Tecnológico. El mismo se realizará en las instalaciones de Coopevictoria, ubicadas en el cantón de Grecia, Alajuela.

Se contará con la participación de calificados expositores que abordarán y desarrollarán tópicos diversos de gran importancia y actualidad vinculados con variedades, fertilización nitrogenada, control de plagas, sensibilidad a enfermedades, riego, control de malezas, biotecnología, impacto de la sequía en Guanacaste, entre otros.

La actividad es abierta y gratuita para quién desee participar. Esperamos contar con su grata presencia.



Editorial*

Comités Técnicos Regionales (COTER) instrumentos institucionales efectivos de planificación para captar y canalizar demandas tecnológicas en la agroindustria azucarera costarricense

Marco A. Chaves Solera¹

Introducción

Una de las mayores limitantes que por lo general mantienen los programas de servicio público en materia tecnológica, es el concerniente a conocer de manera certera, oportuna, representativa y con sentido pragmático, las necesidades, retos y demandas más perentorias y prioritarias que los beneficiarios y usuarios de la agroindustria tienen y que exigen les sean atendidas y resueltas de manera expedita, para procurar desarrollar su gestión empresarial, en este caso productiva, de manera cómoda y competitiva.

No hay duda alguna que el entorno productivo y comercial actual se torna cada vez más difícil de confrontar y superar satisfactoriamente virtud de las exigencias, condicionamientos y limitantes que existen de manera formal, y otras que surgen de forma imprevista, reduciendo con ello la posibilidad de alcanzar potenciales viables y factibles de eficiencia agroindustrial, impactando la productividad y deteriorando consecuentemente la rentabilidad final de la empresa cañero-azucarera,

lo cual es generador de inestabilidad y desequilibrio (Chaves 1991, 2013, 2014bc).

Por esta razón y motivo, el poder contar con la capacidad e instrumentos institucionales que le permitan identificar y priorizar los inconvenientes y contrariedades que aquejan al productor de caña de azúcar en su labor de campo, independientemente de su condición, constituye un eficaz factor de primer orden en la ruta del mejoramiento continuo y efectivo del sistema productivo. En sentido contrario, la ausencia de criterios válidos y aceptados basados en la planificación y administración mediática, poco impacto generará.

Señala Chaves Solera (2014a) al respecto, que *“muchas veces por diversas razones las necesidades, problemas y limitantes reales y más sentidas del productor no son conocidas y/o tomadas en cuenta al momento de diseñar, formular y priorizar los planes de trabajo de las instituciones vinculadas y responsables de ejecutar la labor de investigación y transferencia de tecnología. Esta situación genera*

una innecesaria pero sobre todo inconveniente brecha tecnológica y un peligroso divorcio entre lo que se investiga, lo que realmente se necesita y lo que se utiliza en el campo para producir de forma rentable y sostenible. La situación se torna grave principalmente en el caso de los agricultores pequeños y que cuentan con menores recursos para invertir en tecnología de punta.”

Procurando satisfacer ese fin el **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, ha generado y dispone de instrumentos e indicadores de gestión y planificación válidos, aceptados y efectivos destinados a identificar y priorizar de manera participativa las demandas tecnológicas de manera que orienten su labor institucional por la ruta correcta. El esfuerzo desarrollado por DIECA con ese fin ha sido importante, para lo cual ha contado con el certero apoyo y orientación de calificados organismos nacionales e institucionales, entre los que destaca el **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**.

* “La sección Editorial es un espacio para opinión y discusión sobre temáticas de índole exclusivamente técnicas en lo referente al entorno de la producción de caña de azúcar a nivel nacional e internacional, los temas publicados en esta sección no representan ni reflejan las políticas internas o externas de LAICA; ni personifican tampoco la manera de pensar o de opinar del Consejo Directivo, del Director Ejecutivo o del Comité Editorial ni de ninguno de sus miembros individualmente. Los autores asumen directamente la responsabilidad en lo personal y de manera independiente por lo que publican en esta sección Editorial.”

¹ Ingeniero Agrónomo, MSc. Gerente. **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA-LAICA)**, Costa Rica.
E-mail: mchavez@laica.co.cr. Teléfono (506) 2284-6066 / (506) 2284- 6067 / Fax (506) 2223-0839.

Objetivo

El presente documento pretende exponer virtud de su importancia de manera simple y sucinta, los aspectos generales más relevantes de la estructura y operación de los **Comités Técnicos Regionales (COTER)**, como instrumentos institucionales empleados para identificar, captar y priorizar de forma participativa demandas tecnológicas regionales y locales.

¿Qué son los Comités Técnicos Regionales?

Son instrumentos institucionales de planificación regional que fueron conceptualizados, concebidos y considerados originalmente en el **Plan Estratégico 2010-2014** desarrollado por DIECA. Su fin primordial es como anotara Chaves (2011b, 2014a), “*básicamente crear un efectivo instrumento institucional de planificación que permita identificar, integrar, articu-*

lar y priorizar los tópicos y asuntos de naturaleza tecnológica de mayor relevancia, necesidad y valor agregado desarrollados por DIECA con el apoyo de las demás instancias sectoriales.”

Es incuestionablemente una interesante figura institucional de carácter operativo por medio de la cual se abre un atractivo y oportuno espacio a representantes calificados del sector productivo local, para que hagan los señalamientos, sugerencias y recomendaciones sobre lo que a su criterio debe DIECA o los entes sectoriales vinculados (Ingenios, Cámara de Productores de Caña, MAG o INTA), sea individual o de manera integrada, ejecutar en su jurisdicción con el objeto de procurar resolver, mitigar o proponer como opción o solución a limitantes y problemas específicos que los aquejan. Es una excelente oportunidad para que los mismos productores identifiquen y pro-

pongan sus propias soluciones, evitando que las mismas sean propuestas por personas ajenas al esfuerzo productivo y la región. La figura forma parte de la estructura operativa y funcional de DIECA.

Como se anotó, los COTER son un importante instrumento institucional de planificación y espacio libre para el análisis, la sugerencia y la propuesta participativa, no un ejecutor de acciones como algunos erróneamente han mal interpretado. En los COTER se plantean propuestas y hacen recomendaciones para concentrar esfuerzos (de todos) en la solución de problemas y desarrollo de nuevas opciones tecnológicas.

¿Dónde operan?

Los ocho Comités vigentes actualmente coinciden con las localidades donde hay sembrada caña destinada a la fabricación de azúcar y DIECA mantiene funcionarios regionalizados, como son:

1. **Guanacaste Oeste:** Liberia, Carrillo (Filadelfia), Santa Cruz y Nicoya.
2. **Guanacaste Este:** Abangares, Bagaces y Cañas.
3. **Pacífico Central:** Esparza, Puntarenas, Miramar, Montes de Oro, San Mateo y Orotina.
4. **Valle Central:** Alajuela, Atenas, Naranjo, Grecia, Poás, Santa Bárbara, San José y Valverde Vega.
5. **San Ramón:** San Ramón y Palmares.
6. **Zona Norte:** San Carlos, Los Chiles y Guatuso.
7. **Zona Sur:** Pérez Zeledón y Buenos Aires.
8. **Región Turrialba:** Jiménez (Juan Viñas), Turrialba, Cartago, Alvarado y Paraíso.

Conformación

Resulta importante destacar que no existe un patrón único, rígido e irrestricto en la conformación de los COTER, por lo que la misma es variable y asociada a las características, condiciones y necesidades particulares de cada región y/o zona productora; pese a lo cual la estructura básica es la siguiente:

- 1) El funcionario de DIECA regionalizado en la zona.
- 2) Dos representantes de la Cámara de Productores de Caña de su jurisdicción.
- 3) Un representante de cada Ingenio de la región o zona productora de influencia.
- 4) Un representante del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- 5) Un representante del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA).

La razón y motivo de participar al MAG y al INTA es incorporar agentes sectoriales que también participan en el desarrollo agropecuario y tecnológico de la región, suministrando con ello potenciales de apoyo en la gestión desarrollada. Los integrantes del COTER pueden asimismo participar o invitar libremente con carácter asesor o de simple colaboración, a quienes estimen necesario y pertinente para mejorar los fines pretendidos.

¿Cómo operan y que funciones tienen?

La operación está definida por una directriz muy básica que apenas busca guiar y ordenar su accionar por la ruta deseada, para lo cual se han establecido como funciones principales entre otras las siguientes (Chaves 2014a).

- a) Coordinar dentro de su marco de acción institucional las acciones regionales que en materia tecnológica proponga y pretenda ejecutar el sector azucarero costarricense, en estricto apego y cumplimiento de lo establecido por la Ley N° 7818, Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar (LAICA) de setiembre de 1998.
- b) Identificar, integrar y articular las acciones, criterios, esfuerzos y quehaceres que se realicen a nivel regional en materia tecnológica y de apoyo institucional.
- c) Recomendar la posible suscripción de Convenios, acuerdos o acercamientos interinstitucionales con organismos público - privados de índole nacional e internacional.
- d) Conocer, priorizar y recomendar los cambios que se estimen pertinentes al Plan Anual Operativo (PAO) de DIECA del periodo en su componente tecnológico, donde se identifican las principales acciones de investigación, innovación, transferencia de tecnología y servicios de apoyo dirigidas a los usuarios y beneficiarios del sector azucarero. La aprobación final del Plan de Trabajo (PAO) corresponderá sin embargo realizarla por jurisdicción y decisión superior al Comité Asesor del Departamento.
- e) Uniformar y armonizar los criterios y metodologías empleadas en las actividades de investigación, innovación, transferencia y recomendación tecnológica, evitando y remediando la duplicidad y subjetividad de resultados.
- f) Sugerir la organización de actividades grupales que favorezcan el análisis y la discusión de asuntos de interés regional, tanto general como particular.

¿Qué procuran atender?

Todos aquellos asuntos que sus integrantes estimen intervienen, afectan e impactan de alguna manera su gestión productiva, sea de forma directa o indirecta. Los temas citados que no son de naturaleza tecnológica pueden ser posteriormente re direccionados a quienes corresponda su atención. Fundamentalmente se procura identificar y dar énfasis a tópicos de índole tecnológico, sean mediáticos o futuros. Los integrantes del COTER tienen la potestad de identificar y priorizar lo que razonablemente puede mejorar su labor, lo cual pasará a formar parte del **Plan Anual Operativo (PAO)** de DIECA del periodo, donde se establecen y comprometen los asuntos por ejecutar.

- g) Invitar y dar audiencia a las personas que pudieran sugerir, orientar y contribuir con el desarrollo tecnológico de la región.
- h) Fiscalizar y dar el debido y sano control y seguimiento a los acuerdos que el Comité adopte a lo interno; así como también a las actividades de naturaleza tecnológica contenidas en el PAO propuesto por DIECA.
- i) Conocer al final de cada periodo fiscal o zafra, el Grado de Cumplimiento del PAO de DIECA recién finalizado, donde se cuantifica con detalle la labor ejecutada respecto a las obligaciones originalmente programadas.
- j) Conocer y tramitar todos aquellos asuntos que favorezcan y conduzcan a mejorar y optimizar la labor de investigación, innovación, transferencia de tecnología y servicios de apoyo al productor de caña y la agroindustria azucarera en general.
- k) Gestionar y promover la integración de esfuerzos sectoriales público-privados como único recurso de lograr avances ostensibles en desarrollo tecnológico y productivo, muy particularmente con Ingenios y Cámaras de Productores de Caña de la jurisdicción.
- l) El coordinador responsable del Comité Técnico es el funcionario regionalizado de DIECA.

¿Cada cuánto se reúnen?

En principio se tienen establecidas dos reuniones ordinarias fijas: a) una en el mes de noviembre con el fin de conocer la propuesta de PAO que presente DIECA para desarrollar en el periodo futuro, y b) otra en el mes de julio para conocer el resultado de la ejecución y grado de cumplimiento del PAO del periodo anterior, lo cual servirá de insumo. Sin embargo, de acuerdo con el interés y motivación de los participantes, se podrán realizar todas las reuniones que estimen necesarias sin caer en la inconveniente e improductiva “reunionitis”. La pauta a seguir en esta materia la establecen los propios integrantes del Comité ¡Hay libertad de actuación!



¿Por qué son importantes?

El valor del instrumento institucional estriba en instaurar y conceder el espacio necesario y abrir con ello la oportunidad, para que sean los propios productores interesados y beneficiarios del servicio de apoyo tecnológico prestado por DIECA, quienes determinen y decidan sobre qué se debe hacer en su región y localidad para reducir costos y elevar su capacidad productiva y competitiva. Los COTER eliminan la inconveniente y criticada formulación e imposición foránea de agendas de trabajo descontextualizadas sobre las exigencias y necesidades particulares; y por el contrario, quienes la definen son “quienes más les duele”. Desconocer o descalificar el instrumento es monopolizar y predeterminar la capacidad de los productores de ser autogestionarios de su propio destino.

Literatura Consultada

CHAVES SOLERA, M.A. 1991. Instrumentos metodológicos y operativos para la identificación, ejecución e información de las actividades de investigación, transferencia de tecnología y servicio, desarrolladas por DIECA. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, enero. 74 p.

CHAVES SOLERA, M. 2011a. Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (SNITTA): Importante y Necesario Instrumento Institucional para Mejorar la Competitividad Costarricense. San José, Costa Rica, marzo. 52 p.

CHAVES SOLERA, M. 2011b. Comités Técnicos Regionales (COTER) Caña de Azúcar. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. Presentación Electrónica en Power Point. 21 Láminas.

CHAVES SOLERA, M. 2013. Productividad agroindustrial: desafío permanente del sector cañero azucarero costarricense. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. Presentación Electrónica en Power Point. 184 Láminas.

CHAVES SOLERA, M. 2014a. Propuesta metodológica para la integración y operación de Comités Técnicos Regionales en el Sector Azucarero Costarricense como instrumento de planificación para el desarrollo tecnológico. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 14 p.

CHAVES SOLERA, M. 2014b. Entorno Comercial Regional y Competitividad Azucarera Costarricense. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. Presentación Electrónica en Power Point. 50 Láminas.

CHAVES SOLERA, M. 2014c. Competitividad Azucarera: un concepto necesario materializar. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. Presentación Electrónica en Power Point. 94 Láminas.

CHAVES SOLERA, M. 2015. Ajustes Estructurales, Operativos y Funcionales Aplicados en DIECA: Avances Logrados. En: Revista Entre Cañeros N° 1, marzo. p: 22-30.



Artículo Científico

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 Blanco, Tec. Rodrigo Oviedo Alfaro, Ing. Agr. Eduardo Cadet Piedra, Tec. Daniel Alfaro Solís (qdDg), Ing. Carlos Sáenz Acosta, Ing. Agr. Carlos Villalobos Méndez, Ing. Agr. Julio C. Barrantes Mora; Ing. Agr. Javier Bolaños Porras.

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 tienen 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.

INTRODUCCION

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). 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.

Antecedente

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 lle-

gar 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 de investigadores 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 2013a), 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; los autores 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.

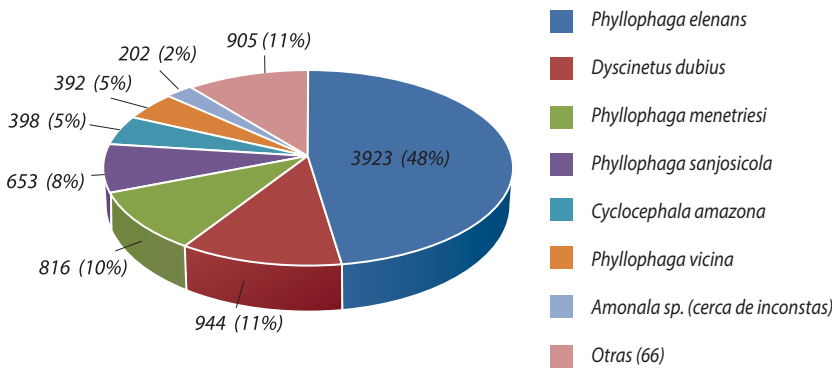
Otras regiones con características similares de precipitación (periodo seco – periodo lluvioso bien marcados) pero en diferentes pisos altitudinales (Valle Central, Región Sur), también han mostrado niveles de poblaciones y daños importantes. Además en regiones cañeras, como Juan Viñas, en las cuales 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, ubicación geográfica, 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 2013a).

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., formuladora 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

METODOLOGIA

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®). 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. Las trampas utilizadas fueron de recipientes plásticos (pichingas o cubetas) tal como lo recomienda Salazar (2013b)0. 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 70º para ser trasladados al Biólogo Angel Solís, taxónomo especialista, para su identificación.

Cuadro 1. 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-jun 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 |

RESULTADOS Y DISCUSION

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 químicas de dos especies o porque su composición química es igual a otras feromonas (cuadro 2). En comunicación personal el Dr. Cam Oehlschlager (2015) 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*, *Diploaxis poropyge*, *Anomala* sp. cerca de *inconstans*, *Ceraspis centralis*, *Cnemida intermedia*, *Cyclocephala epistomasis*, *Macraspis chrysis*, *Macro-dactlus 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.

Cuadro 2.
Nombre comercial y composición química de las feromonas utilizadas para la captura de abejones. Costa Rica, 2014.

| Nombre comercial | Código | 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> 10.18 VP | P523- Lure | Benzoato de metil -2- tiometilo | 10,18% |
| | | Ingredientes inertes | 89,92% |
| | | Total | 100,00% |
| Feromona <i>Phyllophaga obsoleta</i> 23.44 VP | P148- Lure | L-Isoleucina-metil-éster | 23,44% |
| | | L-valina metil éster | 23,44% |
| | | Ingredientes inertes | 43,12% |
| | | Total | 100,00% |

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.

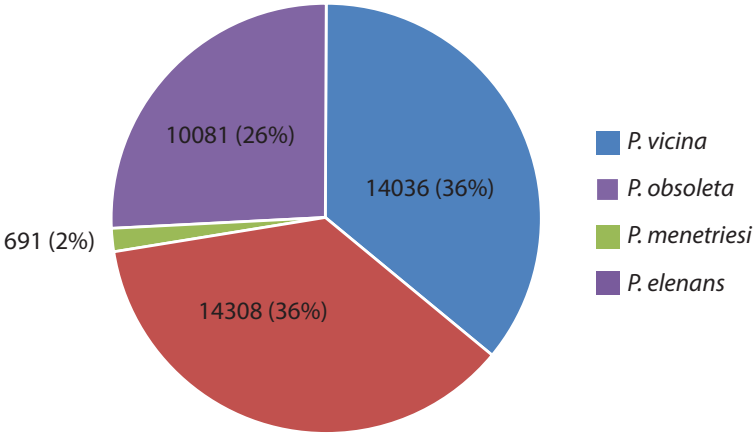
Cuadro 3.
Captura de abejones en diferentes localidades mediante el uso de trampas con feromonas sintéticas de cuatro especies de abejones del género *Phyllophaga*. Costa Rica. 2014.

| Feromona | Lugar | | | | | |
|----------------------|---------------|--------------|--------------|---------------------|------------------------|-----------------------------|
| | Tivives | Grecia | San Ramón | Pérez Zeledón (CPC) | Pérez Zeledón (Toledo) | Pérez Zeledón (Santa María) |
| <i>P. vivina</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. elenas</i> | 10.081 | - | - | - | - | - |
| Total | 39.116 | 2.851 | 1.667 | 1.089 | 448 | 55 |

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

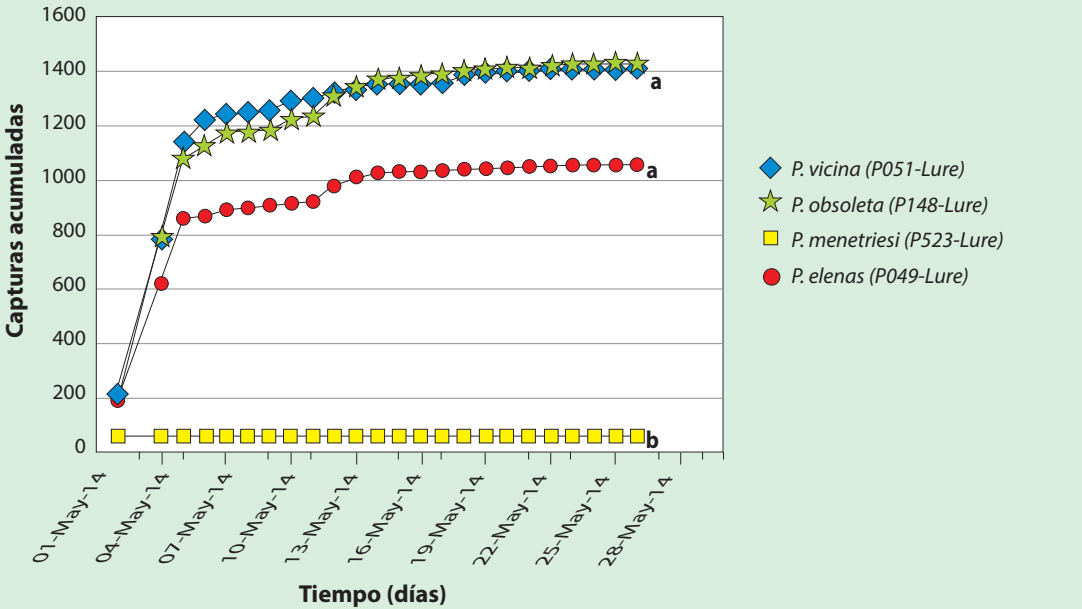
En esta finca se logró coleccionar la mayor cantidad de abejones debido a que la misma se ubica en una región con las condiciones climáticas que favorecen a este insecto. Se colectaron en las trampas 39.116 abejones, siendo que la trampa con la feromona de *P. obsoleta* logró atraer más abejones (14.308), 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 abejones (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 2.
Captura total y relación (%) de abejones capturados en trampas con feromonas sexuales de cuatro especies de abejones, Tivives, Costa Rica. 2014.



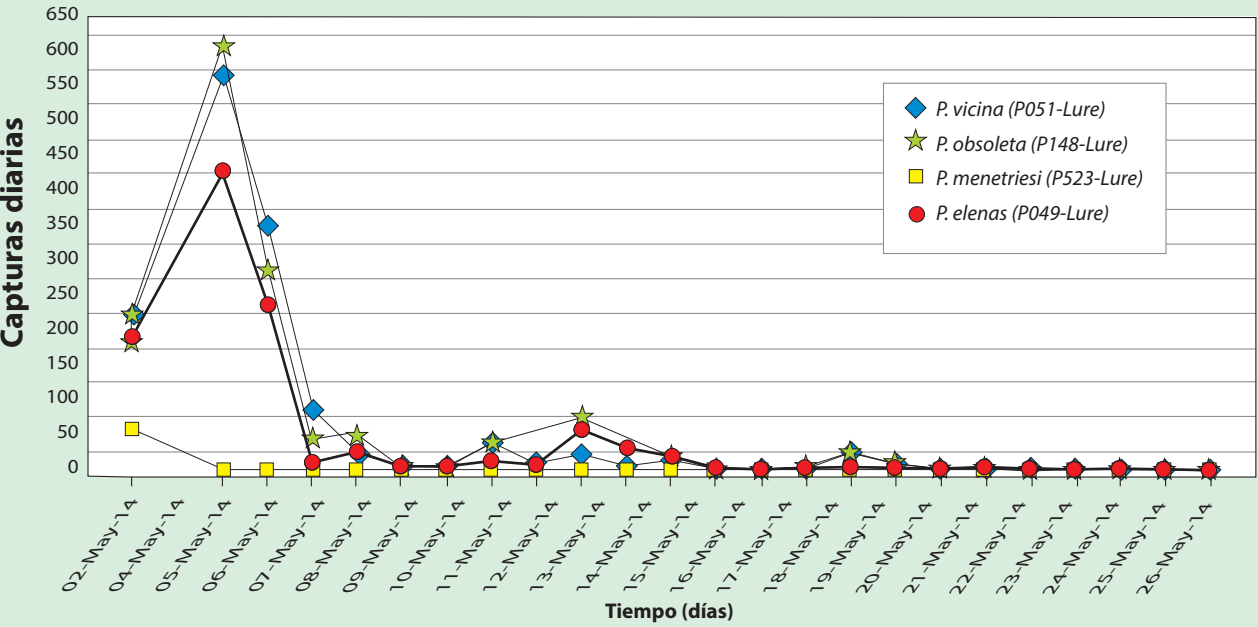
El acumulado de capturas no muestra diferencias estadísticas entre las feromonas con mayor capacidad de atracción, pero si con respecto a la feromona de *P. menetriesi* (Figura 3). Como se observa la mayor captura de abejones se da con las feromonas de *P. obsoleta* que contiene 50 % de la feromona de *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 3.
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 4) 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 4.
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 (2015). Se observa (Figura 5) 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 elenans*.

Figura 5.
Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Tivives, Costa Rica. 2014.

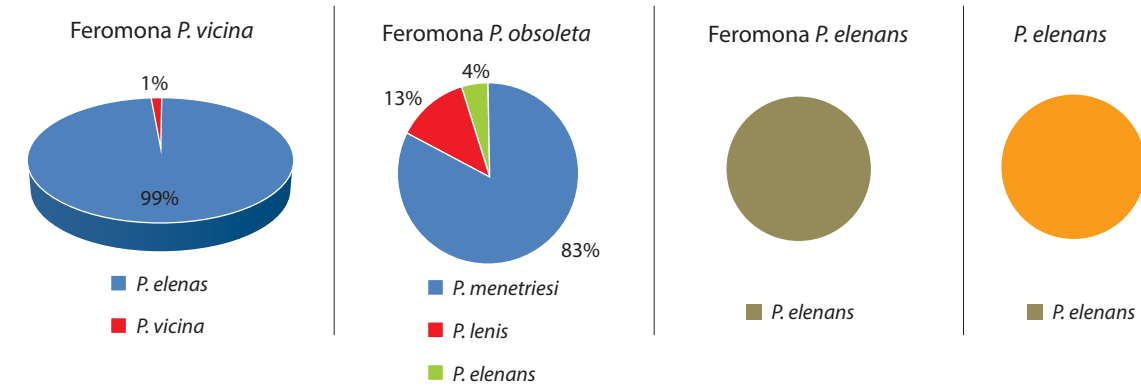


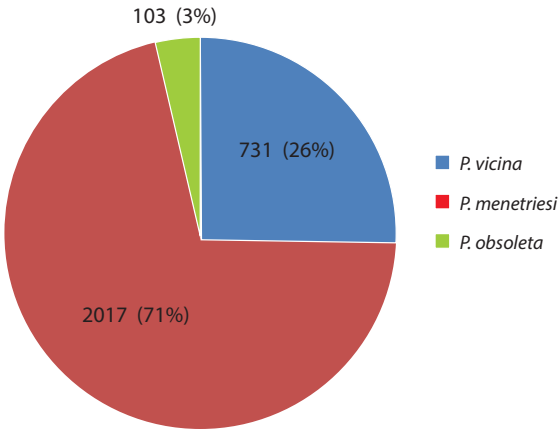
Figura 6.
Adultos de *Phyllophaga elenans* colectados en Tivives, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



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

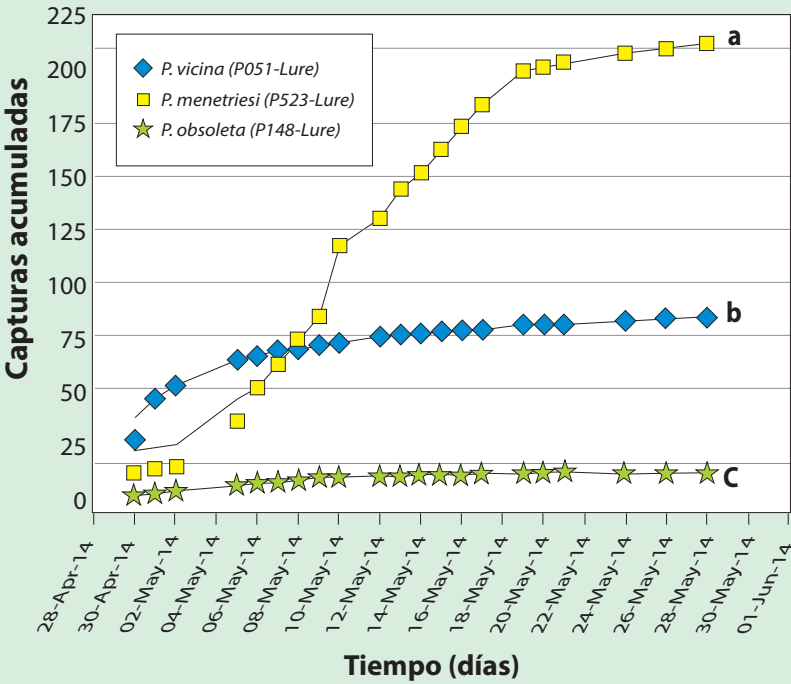
En este lugar se colectó 2.017 abejones en las trampas con feromonas de *P. menetriesi*, 731 abejones en las trampas de *P. vicina* y solo 103 en las trampas con la feromona de *P. obsoleta* (Figura 7).

Figura 7.
Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, Grecia, Costa Rica. 2014.



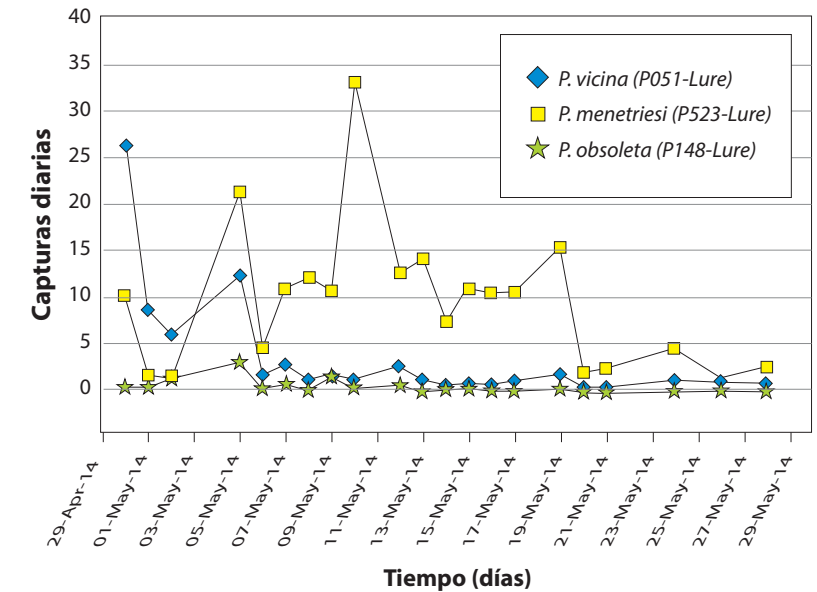
El acumulado de las capturas en el tiempo muestra diferencias estadísticas entre las tres feromonas (Figura 8), presume por tanto mayor eficiencia en la atracción de machos con la feromona de *P. menetriesi*. La feromona de *P. vicina* presenta una capacidad de captura menor pero no tan limitada como la de *P. obsoleta* que capturó solo el 3% del total de abejones.

Figura 8.
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.



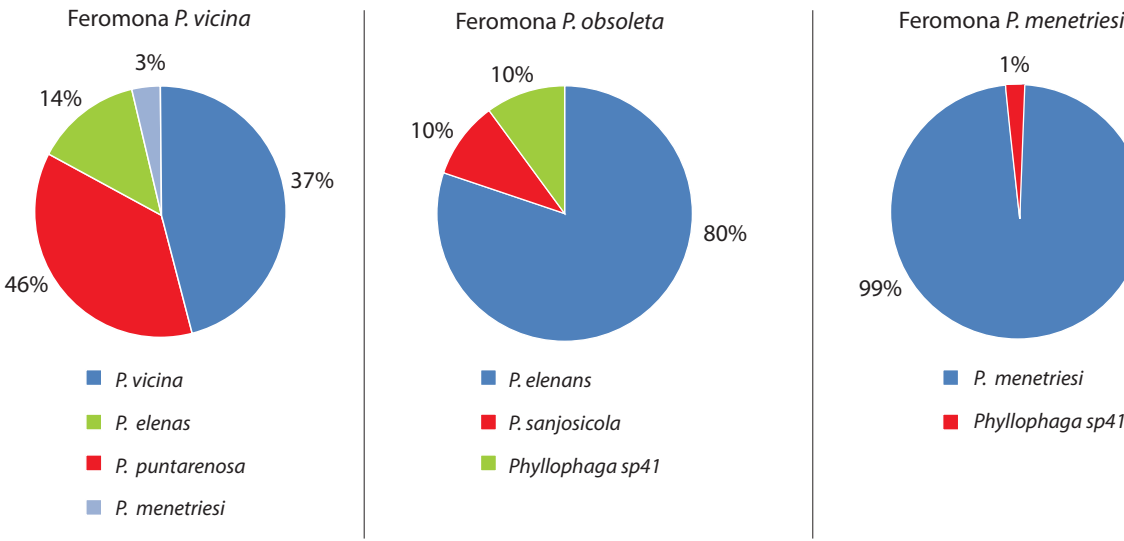
El establecimiento del periodo lluvioso en el Valle Central difiere un poco con el del Pacífico lo que puede influir en la emergencia de los abejones del suelo y la atracción y captura del macho en las trampas. En la figura 9 se observa mayor variación diaria de capturas, principalmente en el caso de *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 9.
Captura promedio diaria de abejones por trampa
efectuado 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 10).

Figura 10.
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 11.
Adulto de *Phyllophaga menetriesi*
colectado en Grecia, Costa Rica.
Identificación y fotos Biólogo.
Angel Solís. 2014.



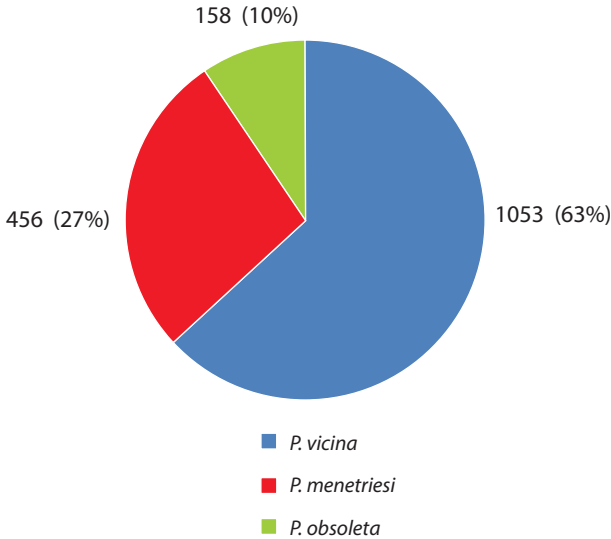
Figura 12.
Adulto de *Phyllophaga vicina*
colectado en Grecia,
Costa Rica.
Identificación y fotos Biólogo.
Angel Solís. 2014.



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

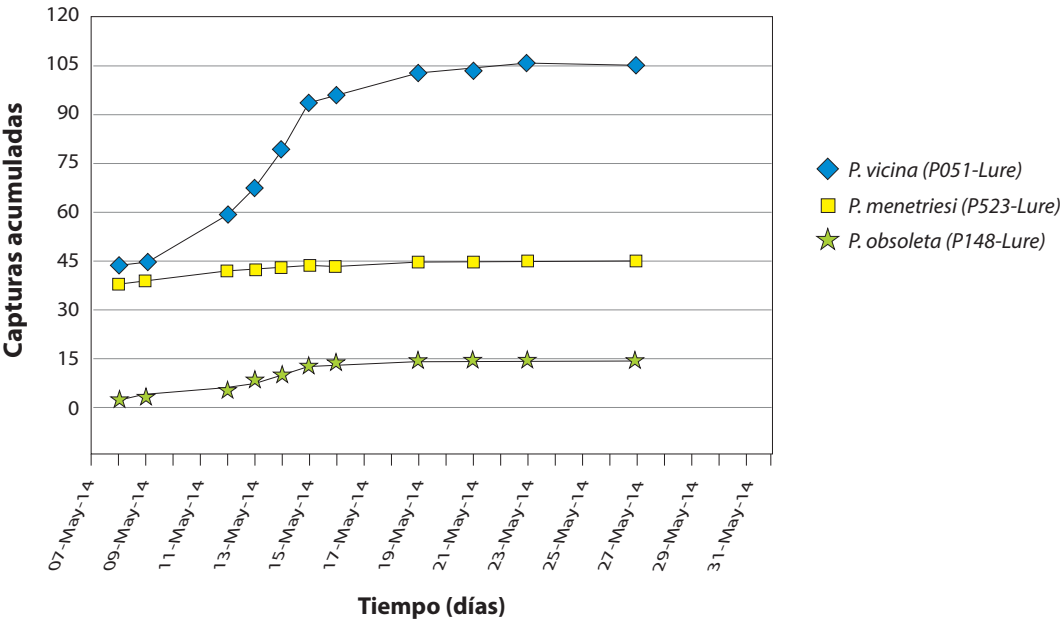
En esta finca se logró colectar 1.053 abejones en las trampas con feromonas de *P. vicina*, 456 abejones en las trampas de *P. menetriesi* y 158 en las trampas con la feromona de *P. obsoleta* (Figura 13).

Figura 13.
Captura total y relación (%) de abejones
colectados en trampas con feromonas
sexuales de tres especies de abejones,
San Ramón, Costa Rica. 2014.



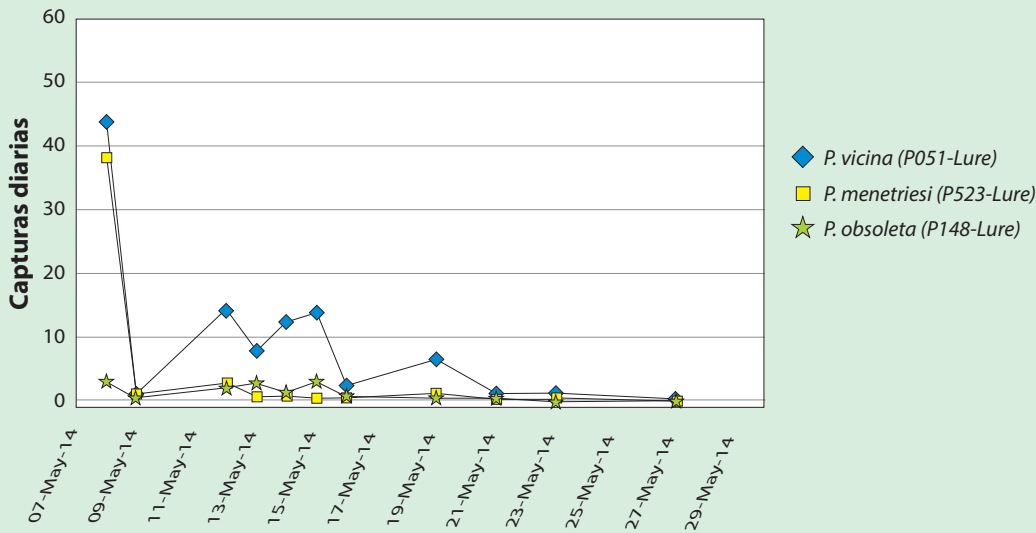
El acumulado de las capturas en el tiempo muestra diferencias estadísticas entre la feromona de *P. vicina* respecto a las feromonas de *P. menetriesi* y *P. obsoleta* (Figura 14), situación diferente a la observada en las capturas realizadas en Grecia. La mayor eficiencia en la atracción de abejones ocurre con la primer feromona.

Figura 14.
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 15 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 pudo 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 15.
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 16.
Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. San Ramón, Costa Rica. 2014.

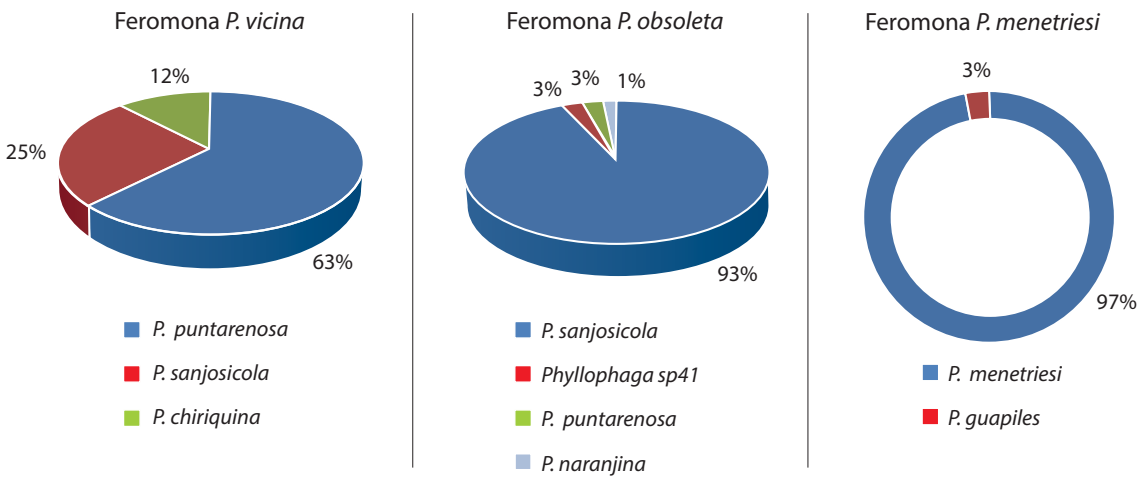


Figura 17.
Adulto de *Phyllophaga sanjosicola* colectado en San Ramón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



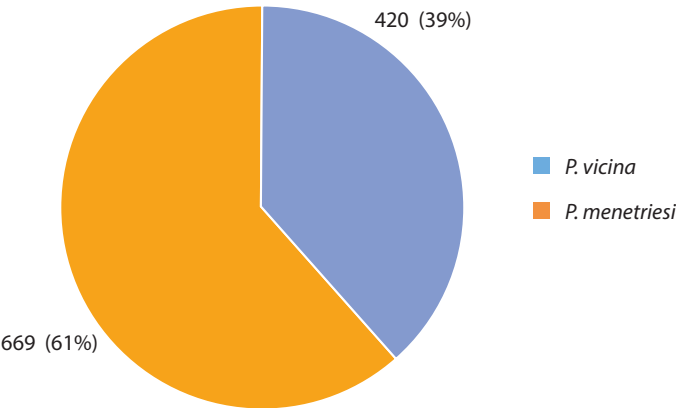
Figura 18.
Adulto de *Phyllophaga puntarenosa* colectado en San Ramón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



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

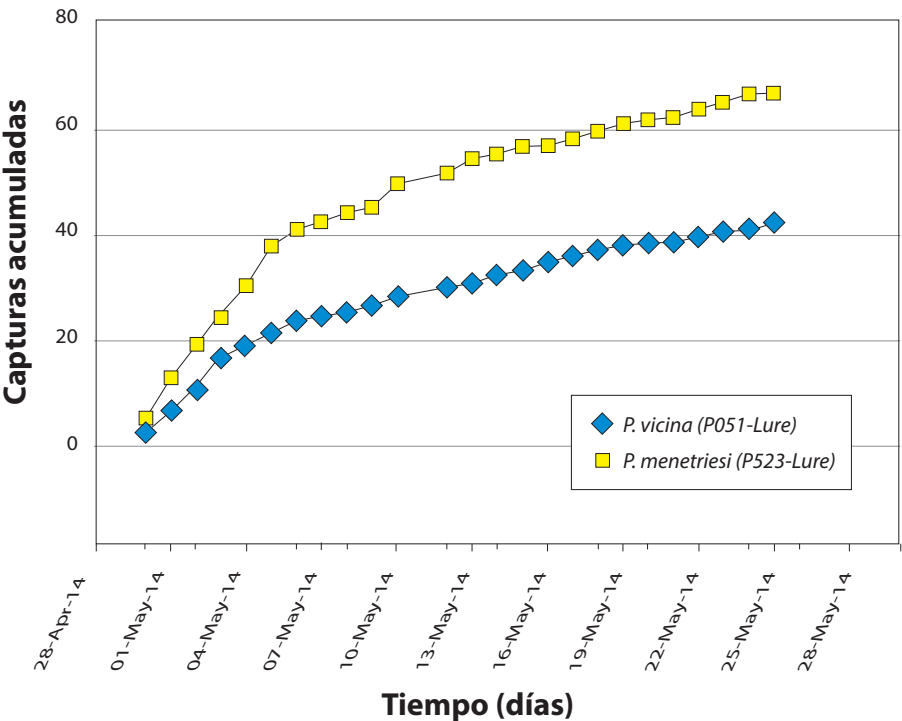
En esta finca se logró colectar 669 abejones en las trampas con feromonas de *P. vicina* y 420 abejones en las trampas de *P. menetriesi*.

Figura 19. Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.



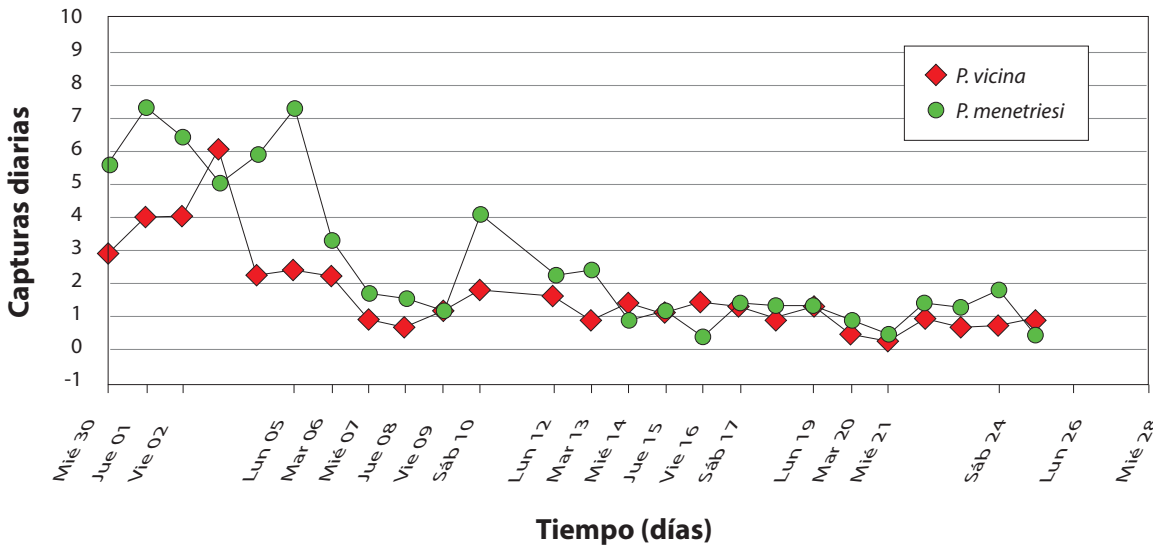
El acumulado de las capturas en el tiempo muestra diferencias estadísticas entre la feromona de *P. vicina* respecto a la feromonas de *P. menetriesi* (Figura 20), aunque se puede inferir que ambas feromonas podrían realizar un importante nivel de capturas.

Figura 20. 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 21 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 21. Captura promedio diaria de abejones 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 abejones donde se demuestra que la Región Sur es la de mayor diversidad (Figura 22). Las dos feromonas capturaron una mayor proporción de abejones 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 22. Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.

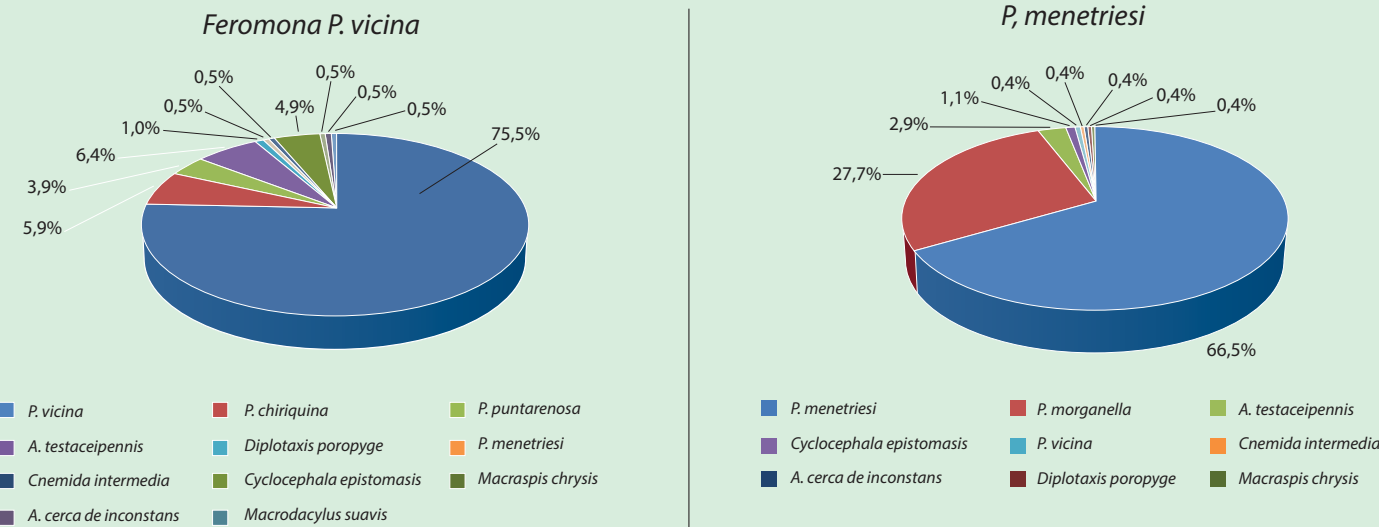


Figura 23.
Adulto de *Anomala testaceipennis* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



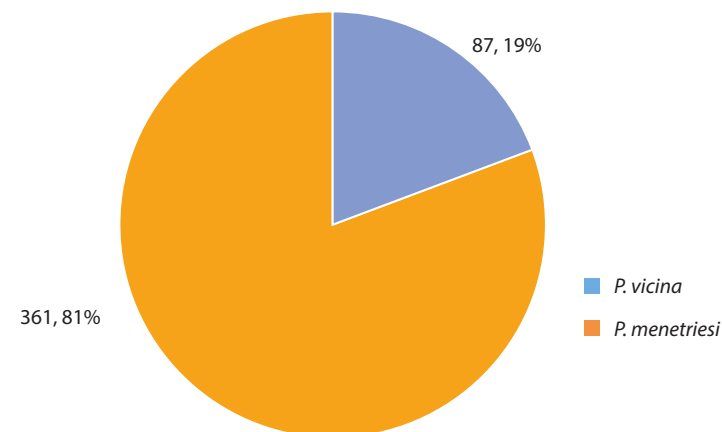
Figura 24.
Adulto de *Phyllophaga morganella* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



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

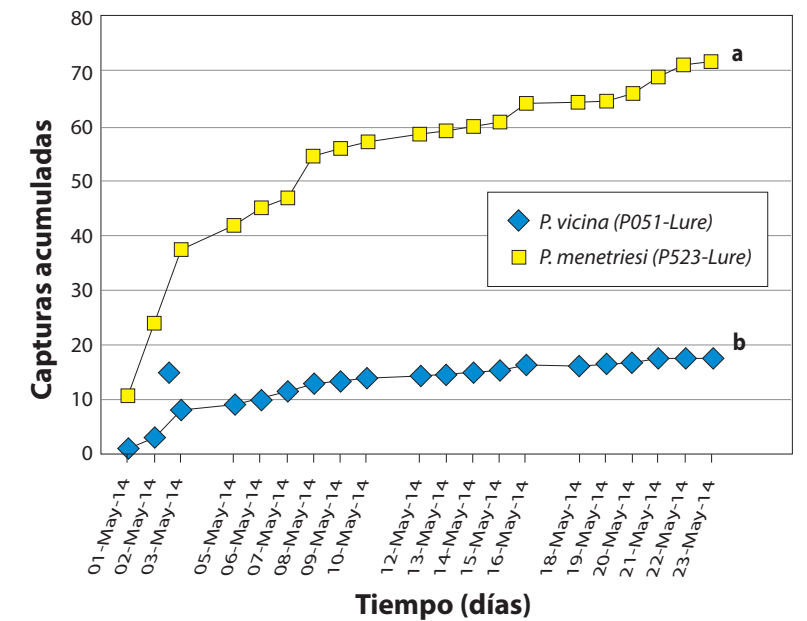
Se colocó trampas a partir del 01 de mayo, cuando ya habían ocurrido las primeras lluvias, factor que pudo haber influido en un bajo índice de capturas, pero que muestra tendencias similares a lo observado en otras regiones. En esta finca se colectó 361 abejones en la trampa de *P. menetriesi* y 87 abejones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

Figura 25.
Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014



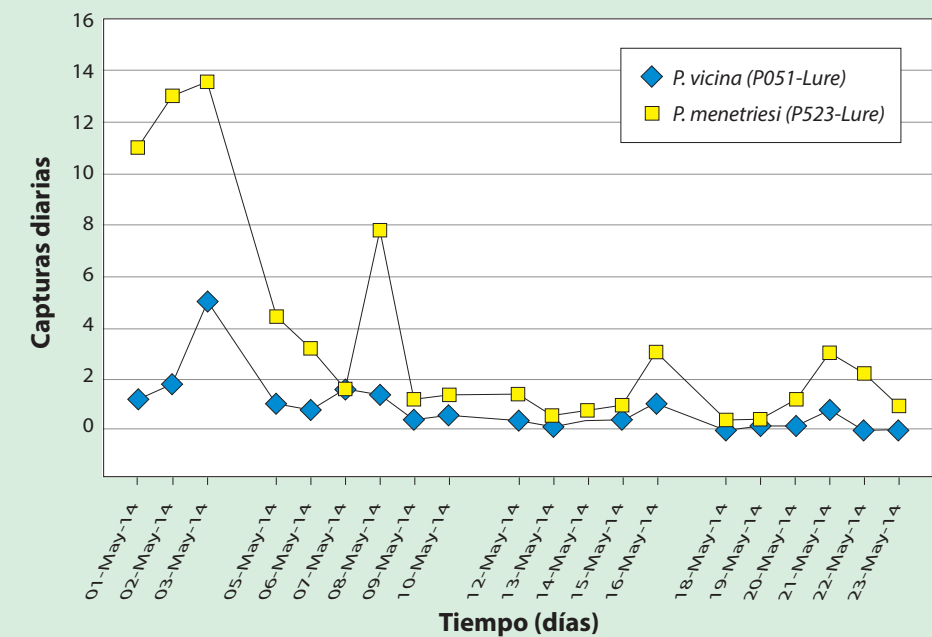
Se observó que existen diferencias significativas en la capacidad de atracción de los abejones entre las dos feromonas, donde se denota una mayor captura en la de *P. menetriesi*. En la figura 26 se presentan los acumulados promedio diarios de capturas de ambas feromonas.

Figura 26.
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 27 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 27.
Captura promedio diaria de abejones 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 abejones. 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 28.
Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas.
Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.

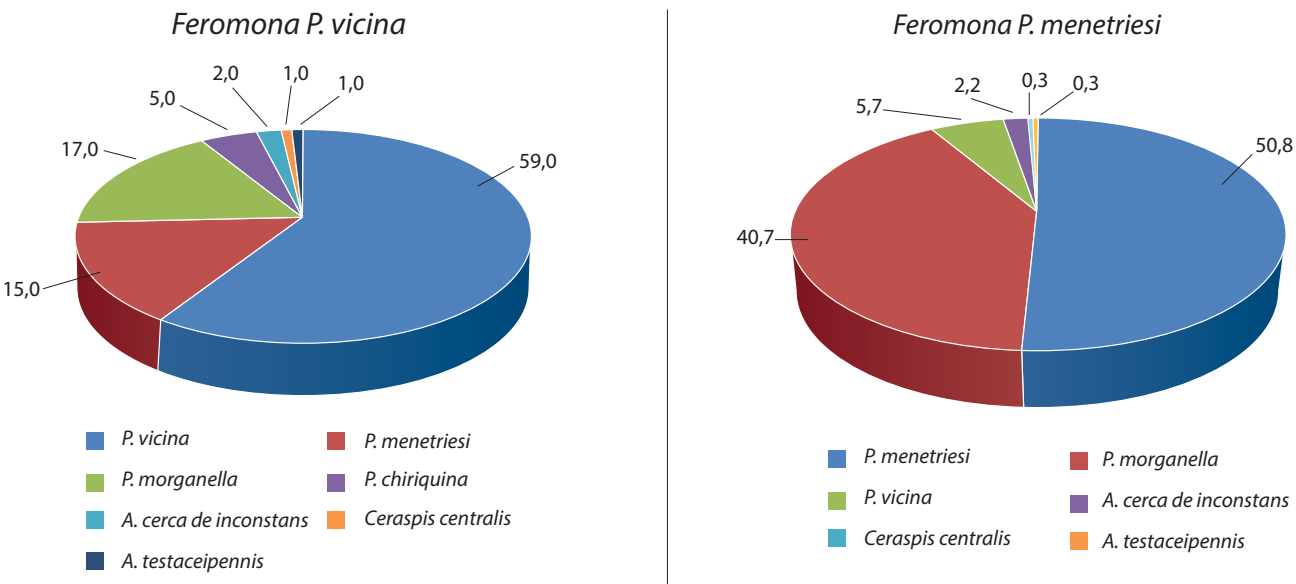


Figura 29.
Adulto de *Anomala sp. cerca de inconstans* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



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

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 30). Aun así se observa un nivel de capturas semejante entre ambas feromonas, que no muestra diferencias estadísticas entre ellas (Figura 31).

Figura 30.
Captura total y relación (%) de abejones colectados en trampas con feromonas sexuales de tres especies de abejones, Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014

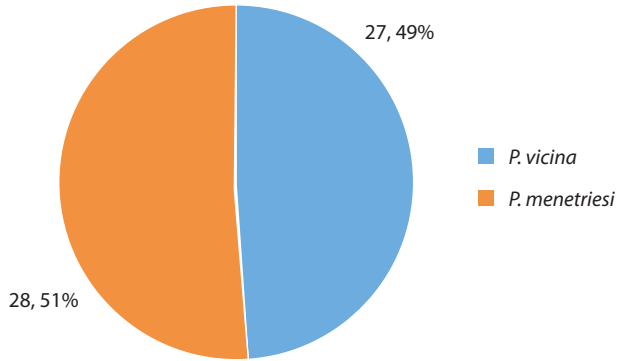
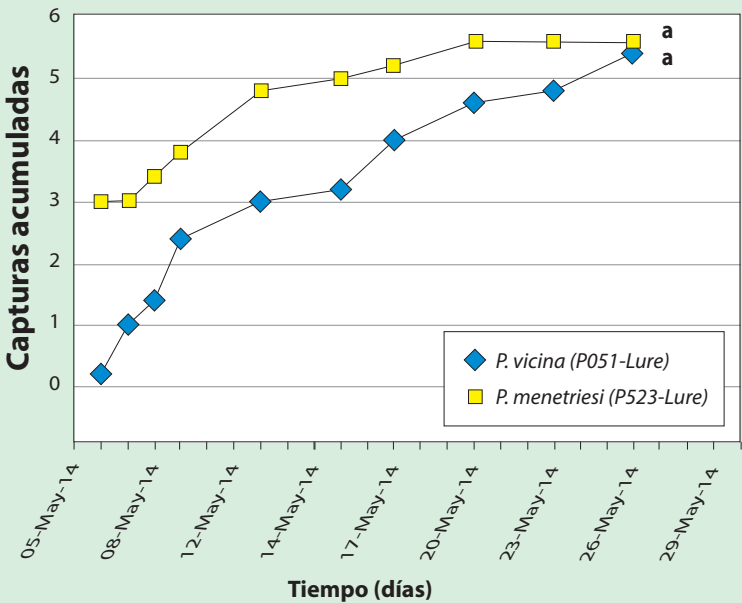
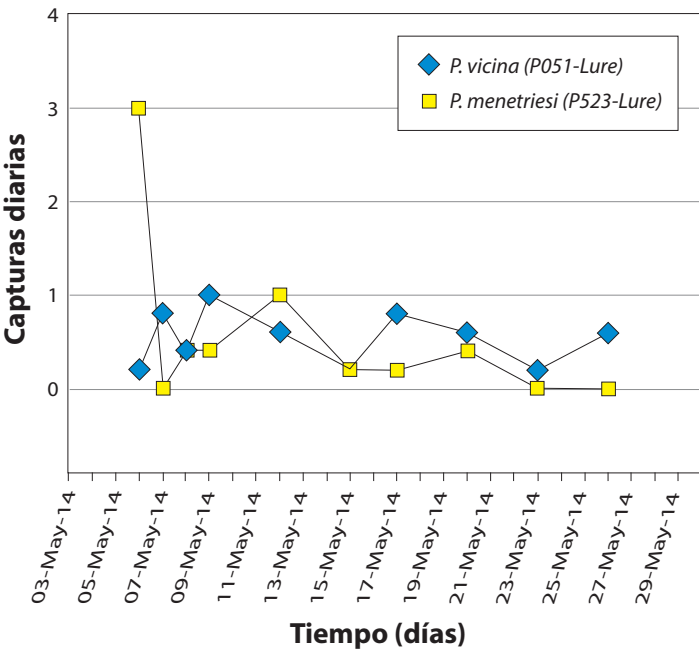


Figura 31.
Promedio de captura diario acumulado por tres feromonas sexuales en el periodo de observaciones en Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014. Curvas con la misma letra no muestran diferencias estadísticas entre ellas según Tukey al 0,05.



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 32.
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 33) 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 33.
Especies de abejones colectadas en las trampas con diferentes feromonas. Pérez Zeledón, Costa Rica. 2014.

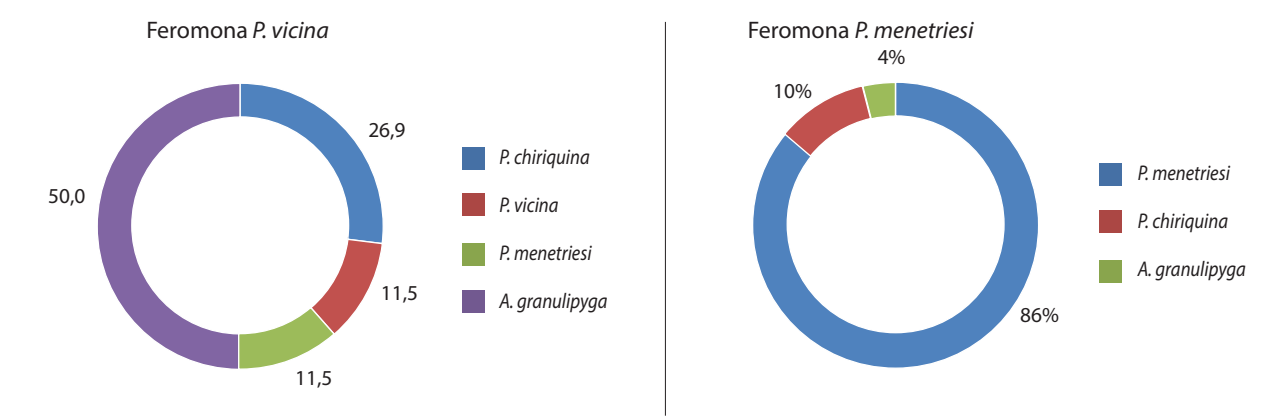


Figura 34.
Adulto de *Anomala granulipyga* colectado en Pérez Zeledón, Costa Rica. Identificación y fotos Biólogo. Angel Solís. 2014.



Figura 35.
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 No47. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). No71. P. 112-118. <http://www.sidalc.net/rep-doc/A1933E/A1933E.PDF>

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

OEHLSCHLAGER, C. 2015. Modo de acción de feromonas de *Phyllophaga* (comunicación personal). San José, CR. Chemtica Internacional S. A. <http://www.chemtica.com/>

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.

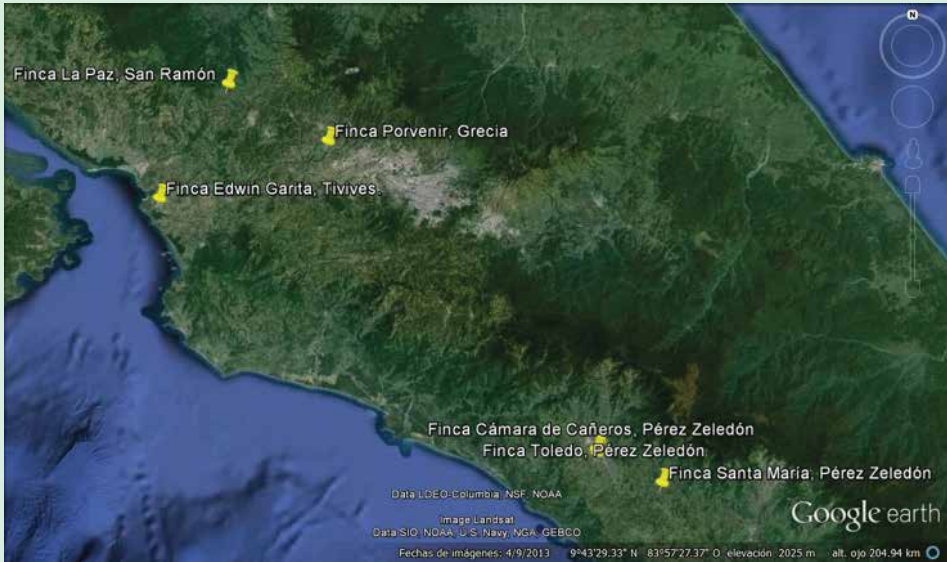
SALAZAR, B. J.D. 2013 (a). Joboto *Phyllophaga sp.* Coleóptero:Scarabaeidae. 5 p. <https://www.laica.co.cr/biblioteca/servlet/DownloadServlet?c=443&s=1774&d=9732.PDF>

SALAZAR, B. J.D. 2013 (b). Confección 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.

ANEXO

Figura A.1.
Distribución de las trampas con feromonas sexuales utilizadas para la captura de “abejones de mayo”. Costa Rica, 2014.



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

| Lugar | Finca | Feromona | | | ESPECIES (%) | |
|---------------|----------------|----------------------|-------|------|---|--|
| | | | Total | % | | |
| Tivives | E. Garita | <i>P. elenans</i> | 10081 | 26,0 | <i>Phyllophaga elenans</i> (100,0) | |
| | | <i>P. vicina</i> | 14036 | 36,0 | <i>P. elenans</i> (99,0) - <i>Phyllophaga vicina</i> (1,0) | |
| | | <i>P. menetriesi</i> | 691 | 2,0 | <i>P. elenans</i> (100,0) | |
| | | <i>P. obsoleta</i> | 14308 | 36,0 | <i>Phyllophaga menetriesi</i> (83,0) - <i>Phyllophaga lenis</i> (13,0) - <i>Phyllophaga obsoleta</i> (4,0) | |
| Grecia | Porvenir | <i>P. vicina</i> | 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) | |
| | | <i>P. menetriesi</i> | 2017 | 71,0 | <i>P. menetriesi</i> (99,0) - <i>Phyllophaga sp41</i> (1,0) | |
| | | <i>P. obsoleta</i> | 103 | 3,0 | <i>P. elenas</i> (80,0) - <i>Phyllophaga sanjosicola</i> (10) - <i>Phyllophaga sp41</i> (10,0) | |
| San Ramón | La Paz | <i>P. vicina</i> | 1053 | 63,0 | <i>P. puntarenosa</i> (63,0) - <i>P. sanjosicola</i> (25,0) - <i>Phyllophaga chiriquina</i> (12,0) | |
| | | <i>P. menetriesi</i> | 456 | 27,0 | <i>P. menetriesi</i> (97,0) - <i>Phyllophaga guapiles</i> (3,0) | |
| | | <i>P. obsoleta</i> | 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 | <i>P. vicina</i> | 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) - <i>Otras 5</i> (3,4) | |
| | | <i>P. menetriesi</i> | 669 | 61,0 | <i>P. menetriesi</i> (66,5) - <i>Phyllophaga morganella</i> (27,7) - <i>A. testaceipennis</i> (2,9) - <i>C. epistomasis</i> (1,1) - <i>Otras 5</i> (2,0) | |
| | Toledo | <i>P. vicina</i> | 87 | 19,0 | <i>P. vicina</i> (59,0) - <i>P. morganella</i> (17,0) - <i>P. menetriesi</i> (15,0) - <i>P. chiriquina</i> 95,0) - <i>Anomala sp. cerca inconstans</i> (2,0) - <i>Otras 2</i> (2,0) | |
| | | <i>P. menetriesi</i> | 361 | 81,0 | <i>P. menetriesi</i> (50,8) - <i>morganella</i> (40,7) - <i>P. vicina</i> (5,7) - <i>Anomala sp. cerca inconstans</i> (2,2) - <i>Otras 2</i> (0,6) | |
| | Santa María | <i>P. vicina</i> | 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) | |
| | | <i>P. menetriesi</i> | 28 | 51,0 | <i>P. menetriesi</i> (86,0) - <i>chiriquina</i> (10,0) - <i>A. granulipyga</i> (4,0) | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |



Nota Técnica

Determinación de la afinidad entre las variedades de caña de azúcar (*Saccharum* spp.) Q 96 y B 74-132 mediante el uso de marcadores moleculares de polimorfismos en la longitud de fragmentos amplificados de ADN o AFLP.

Erick Chavarría Soto
Marco A. Chaves Solera

Introducción

La necesidad de identificar y liberar nuevas y mejores variedades comerciales de caña de azúcar que sustituyan las sembradas y de relativa tradición, representa una labor que de manera permanente el sector azucarero costarricense mantiene vigente, para lo cual DIECA cuenta con un calificado y efectivo Programa de Variedades que opera por dos vías muy específicas: a) introducción de clones del exterior (asexual), y b) cruzamiento de materiales con alto potencial genético (sexual), cuyos híbridos se reconocen mundialmente por la sigla LAICA.

Esta labor de alta sensibilidad y profundo contenido técnico conduce y provoca sin embargo tres situaciones conocidas: 1) el deseo de agilizar y adelantar procesos sistemáticos de evaluación de adaptación, fitosanidad y valor productivo agroindustrial con el objeto de ganar tiempo; 2) acceder a criterios de prueba – error sin manejo ni criterio técnico para valorar potenciales comerciales en el campo, y 3) simple error, descuido o confusión en la identificación de una variedad. En el primer

caso se procura ganar tiempo considerado valioso, incrementando sin embargo el riesgo de que un clon no cumpla ni satisfaga elementos básicos de comportamiento en el campo, abriendo con ello la posibilidad a la presencia de problemas futuros de inadaptación o sensibilidad a plagas y enfermedades, por valoración insuficiente por incumplimiento de las fases sistemáticas de evaluación protocolariamente requeridas y que aportan certeza a su comportamiento agroindustrial. El segundo caso es el más preocupante y de graves consecuencias; acontece cuando personas sin formación técnica o interés de seguir criterios metodológicos aceptados, simplemente toman de alguna prueba experimental un material vegetativo que les agradó y lo reproducen vegetativamente sin control alguno, desconociendo el valor e importancia de su identidad. La tercera situación es al final similar a la anterior y conduce a la pérdida de identificación del clon.

Esta situación ha generado serios inconvenientes productivos cuando un clon sin identi-

ficación y certeza de su sigla de origen, por diferentes circunstancias adquiere uso y relevancia comercial, lo cual conduce al reconocimiento mediante nombres propios o regionalismos, colocados sin criterio técnico que pueda contribuir a su trazabilidad y referenciación por antecedentes para efectos productivos y fitosanitarios. Un caso grave de esta naturaleza aconteció con la variedad conocida y nombrada como “SABORIANA”, cultivada ampliamente por muchos años en la Región Norte, donde llegó a ocupar los primeros lugares de siembra de la región. Su sigla de origen es desconocido y adquirió ese nombre de un productor apellidado Saborío que la adquirió de un experimento y la reprodujo posteriormente.

Hay que reconocer sin embargo que es común que las variedades adquieran nombres surgidos en regionalismos y calificativos por particularidades, como aconteció con las reconocidas “cañas nobles” en referencia a variedades dotadas con atributos muy especiales; también la “caña hueso” por su extrema dureza al corte en referencia a la Co 617; o la

“caña india o blanca” citando la Co 281 (Chaves 1997, 2010, 2012). El título de “La Reina” en atribución a su excelencia agroindustrial a la recordada B43-62 tampoco es desconocido; como también el de “caña peluda” en referencia a la H44-3098, es otro buen ejemplo.

Desde hace varios años algunos técnicos y productores de la región cañera de Guanacaste han venido manifestando y señalando con preocupación, la presunta similitud fenotípica que existe entre dos reconocidas variedades de uso comercial en esa zona que están perfectamente individualizadas por su sigla, lo cual determina la necesidad de explicar su semejanza para evitar más confusiones innecesarias.

Los objetivos principales procurados por el estudio realizado, fueron los siguientes:

- 1) Valorar la efectividad para el fin pretendido de la prueba de laboratorio mediante uso de marcadores moleculares de polimorfismos en la longitud de fragmentos amplificados de ADN o AFLP.
- 2) Determinar el recorrido histórico y antecedentes de cultivo de las variedades B74-132 y Q 96 en Costa Rica.
- 3) Verificar y concluir respecto a la similitud genética existente entre las variedades comerciales Q 96 y B74-132, lo cual no implica de manera alguna, identificar alguno de los clones en particular, pues se carece del patrón genético referente requerido para ese fin.

Dándole seguimiento y trazabilidad a la presencia de ambos clones en el ámbito cañero nacional, surgen algunos indicadores importantes de mencionar y que aportan elementos valiosos para dilucidar la duda existente sobre su presunta similitud. Al revisar antecedentes sobre el ingreso de los clones al país, reporta Chaves (1995a) que en el año 1975 ingresaron al país 37 clones procedentes de Barbados pertenecientes a la serie 74 (B74); indicando que en

1980 se dio una reposición de la misma serie por pérdida de materiales. Se infiere por tanto que en ese grupo posiblemente ingreso dicho clon. Cabe mencionar que el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), mantuvo vigente y muy activo por muchos años, un Convenio con Barbados que le permitía la adquisición y uso comercial de clones de ese origen, por lo cual todos los años se recibían materiales que eran evaluados en el país. La introducción de la variedad Q 96 tiene reportada como fecha de ingreso al país el año 1979, por lo cual es posterior.

Los informes sobre los clones Q 96 y B74-132 son muy escasos antes del año 1990. Una revisión de resultados de investigación a partir de los Informes Técnicos de Labores de DIECA, reporta la presencia de Q 96 a partir de 1984, denunciando su introducción y siembra en el Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Enrique Jiménez Nuñez del MAG el 21 de marzo (Díaz y Alpízar 1985); la B74-132 se nombra por su parte hasta 1987 (DIECA 1988) y califica en 1989 como un clon de alto rendimiento por su concentración de sacarosa (DIECA 1990a). Rodríguez (1988) reporta en 1987 la Q 96 como promisoría en Guanacaste y Turrialba, y de empleo comercial en San Carlos y el Valle Central. Subiros (1987) calificó la Q96 como prometedora luego de evaluar en Azucarrera El Viejo, Guanacaste, 57 clones seleccionados a partir de una introducción inicial de 200 materiales. La B74-132 no aparece mencionada ni destaca como promisoría en dichas pruebas, lo que si sucede en los estudios realizados por Angulo y Durán (1993) en Cañas, y Rodríguez y Chacón (1993) en un Vertisol de Liberia, Guanacaste, pese a lo cual sus índices de productividad agroindustrial fueron limitados.

Al plantear recomendaciones técnicas regionales, DIECA (1990b) sugiere el cultivo de la variedad Q 96 en la zona baja, media y alta de San Carlos y la sección media de Turrialba; se nombra asimismo al mismo clon como comercial en la zona media del Valle Central. Destaca el hecho que la B74-132 se cita sembrada comercialmente en suelos livianos de Guanacaste, donde Q 96 apenas se nombra como recomendada sin pasar aún a comercial. Chaves y Aguilar (1991) recomiendan por su parte la Q 96 para su cultivo comercial en Grecia, Guanacaste y Puntarenas; citando la B74-132 apenas como promisoría.

En referencia a Q 96 anotan Chaves y Aguilar (1991) y refrenda el MAG (1991), que “Q 96: Variedad originaria de Australia. Es un clon que se desarrolla muy bien en suelos de textura liviana y alta fertilidad. Con riego tiene excelente desarrollo y macollamiento. Esta variedad es de maduración intermedia, de alto rendimiento, alto contenido de sacarosa y tolerante a la roya y el carbón. Es recomendada para las zonas de Grecia (800 msnm), Guanacaste y Puntarenas.” Es interesante indicar que precisamente los atributos y requerimientos de la Q 96 son muy similares a los de B74-132, puesto que este clon es exigente y adapta bien en condiciones de suelos francos de alta fertilidad y con disponibilidad de riego; además de que ofrece limitaciones a la cosecha mecánica debido a su tendencia al crecimiento abierto y volcamiento de sus tallos, todo lo cual resulta muy sugestivo sobre su similitud.

Sólo como referencia importante por las posibles vincula-

ciones y confusiones que pudieron suceder, cabe anotar que a inicios de la década de los años 80, surgió en el país y particularmente en la zona baja, la variedad B54-142 como promisoría.

De acuerdo con Chaves (1995a), tanto la Q 96 como la B74-132 adquieren importancia comercial virtud del área sembrada luego del año 1990. El Cuadro 1 detalla la dinámica de siembra que han mantenido ambas variedades con base en los reportes de los ocho Censos Cañeros realizados por DIECA en el país entre los años 1986 y 2013 (Vargas 1986; Chaves 1995b, 1999ab, 2010, 2012; Chaves et al 1999, 2001, 2004, 2008, 2011, 2014). Es válido anotar que el Censo del año 1986 no hace mención del cultivo de ninguna de las dos variedades con relevancia comercial, siendo la primera citación hasta 1994, cuando ya la Q 96 era muy importante y representaba el 11,7% del área nacional, lo que hace entrever que su adaptación y acepta-

ción fue máxima. La B74-132 por el contrario, creció a un ritmo importante pero en magnitud muy distante y de impacto inferior en relación a la anterior.

No hay duda en reconocer la gran diferencia existente en la dinámica de cultivo seguida históricamente por parte de los dos clones, en cuanto a su representatividad y grado de impacto productivo nacional; manteniendo la Q 96 amplia supremacía, contando en los últimos 25 años con un área de siembra superior a las 2.000 hectáreas (ha) ubicada entre el 11,7% y el 3,8% del total del área cañera nacional. La B74-132 por su parte, ha reportado áreas sembradas entre 1.000 y 362 ha para una representatividad nacional del 2,3% y el 0,68%. Los mejores periodos de auge para las variedades fueron 1994 para la Q 96 cuando se sembró en 5.194 ha (11,7%) y el 2000 para IB74-132 con 1.085 ha (2,3%).

Cuadro 1.
Dinámica de cultivo comercial de las variedades según periodo evaluado.

| Periodo censado | Q 96 | | B 74-132 | | Total nacional muestreado (ha) |
|-----------------|----------|-------|----------|------|--------------------------------|
| | ha | % | ha | % | |
| 1986 | NC | 0 | NC | 0 | 33.628,10 |
| 1994 | 5.193,86 | 11,67 | 636,28 | 1,43 | 44.485,12 |
| 1998 | 3.507,30 | 9,73 | 705,80 | 1,96 | 36.059,50 |
| 2000 | 3.272,83 | 7,01 | 1.085,12 | 2,32 | 46.696,42 |
| 2003 | 2.054,87 | 4,61 | 845,98 | 1,90 | 44.529,55 |
| 2007 | 2.037,78 | 3,81 | 362,60 | 0,68 | 53.503,00 |
| 2010 | 2.868,83 | 5,41 | 384,47 | 0,73 | 53.030,22 |
| 2013 | 2.358,98 | 4,03 | 398,77 | 0,68 | 58.560,29 |

Los periodos corresponden a los años en que se realizaron Censos Nacionales de Variedades Sembradas.

NC= No aparece citada.

Una valoración más específica explica y demuestra las diferencias en cuanto a magnitud y distribución del área cultivada de las variedades dentro del ámbito nacional.

El Cuadro 2 detalla según zona y región cual ha sido la dinámica de siembra de ambas variedades, quedando demostrado lo siguiente:

a) una amplia dispersión de siembra de la Q 96 por todo el país;

b) selectividad y exclusividad de cultivo de la B 74-132 en la región del Pacífico Seco (Guanacaste + Pacífico Central);

c) desinterés comercial por la B 74-132 en otras regiones cañeras del país;

d) pérdida sistemática de interés comercial de ambas variedades luego del año 2003;

e) una relativa menor relevancia de la Q 96 en Guanacaste respecto a otras regiones cañeras;

f) la mayor concentración de cultivo de la B 74-132 se ha por antecedente dado en la Zona Este de Guanacaste (Cañas, Bagaces y Abangares) y muy particularmente en el Ingenio Taboga, donde aún se mantiene su interés comercial.

El reconocimiento a la Q 96 virtud de sus propiedades y atributos positivos le es reconocida desde hace mucho tiempo, como señalaron Chaves *et al* con base en los resultados del Censo realizado en el año 2007, al expresar que “..., hay 2 variedades que particularmente mostraron una amplia aceptación y una gran ‘popularidad’ por parte de los agricultores nacionales de caña de azúcar, manteniendo Q 96 el mejor nivel al cultivarse en 16 cantones de los 29 evaluados; así como en 41 distritos de los 95 muestreados para una representatividad del 55,2% y el 43,2%, respectivamente, lo que es bastante significativo.

Esa alta predilección de la Q 96 es conocida, pues en los Censos Cañeros realizados en los años 2000 y 2003 también calificó como la de mayor ‘popularidad y aceptación’, como la calificaran los autores del estudio (Chaves et al 2001, 2004).”

Resulta destacable y muy sugestivo reiterar que la B74-132 no reporta siembras comerciales en otras regiones ajenas al Pacífico Seco (<400 msnm), existiendo solo una indicación de cultivo de 3,5 has en el Valle Central en el año 2003, propiamente en el distrito de Ángeles de San Ramón (Chaves *et al* 2004), donde fue evaluada sin

mostrar la adaptabilidad y excelencia necesarias que le favorecieran crecer y adaptarse en área de siembra. Pareciera entonces válido reconocer con bastante certeza que la confusión de identidad de las variedades aconteció en la región de Guanacaste.

Procurando contar con más elementos que ubiquen la importancia de los clones y permitan realizar mejores inferencias, se adjunta el Cuadro 3, donde se anota la significancia y representatividad del área de cultivo dentro de sus zonas de influencia, propiamente Guanacaste, el Pacífico Central y el Pacífico Seco como un todo, lo cual es realmente muy revelador.

El mayor impacto regional lo mostró Q 96 en Guanacaste en el año 1994 con una significancia del 20,5% del total de caña sembrada en el lugar; B74-132 lo observó en el 2003 con un 8,96%. Se ratifica la importancia de los clones antes del 2003 en esas localidades, siendo su tendencia posterior hacia la reducción del área cultivada, sobre todo en el caso de la Q 96; en tanto que la B74-132 se mantiene en un área de siembra muy estable ubicada luego del 2003 entre 360 y 400 ha.

Cuadro 2.
Área sembrada de las variedades Q 96 y B74-132 en Costa Rica por región y año. Periodo 1986-2013.

| Región | Variedad | Variedades sembradas según año y porcentaje de siembra | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|----------|--|-------|----------|-------|----------|------|----------|------|----------|-------|----------|------|----------|------|
| | | 1994 | | 1998 | | 2000 | | 2003 | | 2007 | | 2010 | | 2013 | |
| | | ha | %* | ha | %* | ha | %* | ha | %* | ha | %* | ha | %* | ha | %* |
| Guanacaste (Este) | Q 96 | 428,3 | 0,96 | 289,9 | 0,80 | 316,8 | 0,68 | 102,5 | 0,23 | 104,5 | 0,20 | 64,1 | 0,12 | 21,0 | |
| | B 74-132 | 374,3 | 0,84 | 647,9 | 1,80 | 669,3 | 1,43 | 238,6 | 0,54 | 299,8 | 0,56 | 368,2 | 0,69 | 346 | 0,59 |
| | Subtotal | 802,6 | 1,80 | 937,8 | 2,60 | 986,1 | 2,11 | 341,1 | 0,77 | 404,3 | 0,76 | 432,3 | 0,81 | 367 | 0,63 |
| Guanacaste (Oeste) | Q 96 | 227,7 | 0,51 | 845,9 | 2,35 | 856,9 | 1,83 | 220,3 | 0,49 | 1,4 | 0,003 | 0 | 0 | 6,5 | 0,01 |
| | B 74-132 | 130,5 | 0,29 | 11,8 | 0,03 | 2,8 | 0 | 3,0 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52,3 | 0,09 |
| | Subtotal | 358,2 | 0,80 | 857,7 | 2,38 | 859,7 | 1,84 | 223,3 | 0,50 | 1,4 | 0,003 | 0 | 0 | 58,8 | 0,10 |
| Guanacaste Total (Este + Oeste) | Q 96 | 656 | 1,47 | 1.135,8 | 3,15 | 1.173,7 | 2,51 | 322,8 | 0,72 | 105,8 | 0,20 | 64,1 | 0,12 | 27,5 | 0,05 |
| | B 74-132 | 504,8 | 1,13 | 659,7 | 1,83 | 672,1 | 1,44 | 241,6 | 0,54 | 299,8 | 0,56 | 368,2 | 0,69 | 398,3 | 0,68 |
| | Subtotal | 1.160,8 | 2,61 | 1.795,5 | 4,98 | 1.845,8 | 3,9 | 564,4 | 1,27 | 405,6 | 0,76 | 432,3 | 0,81 | 425,8 | 0,73 |
| Pacífico Central | Q 96 | 1.270,8 | 2,86 | 468,4 | 1,30 | 291,6 | 0,62 | 27,0 | 0,06 | 14,0 | 0,03 | 11,0 | 0,02 | 0 | 0 |
| | B 74-132 | 131,5 | 0,30 | 46,1 | 0,13 | 413 | 0,88 | 600,9 | 1,35 | 62,8 | 0,12 | 16,2 | 0,03 | 0,45 | 0 |
| | Subtotal | 1.402,3 | 3,15 | 514,5 | 1,43 | 704,6 | 1,51 | 627,9 | 1,41 | 76,8 | 0,15 | 27,2 | 0,05 | 0,45 | 0 |
| Valle Central | Q 96 | 1.380,2 | 3,10 | 335 | 0,93 | 399,1 | 0,85 | 521,7 | 1,17 | 579,3 | 1,08 | 516,0 | 0,97 | 379,4 | 0,65 |
| | B 74-132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,5 | 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Subtotal | 1.380,2 | 3,10 | 335 | 0,93 | 399,1 | 0,85 | 525,2 | 1,18 | 579,3 | 1,08 | 516,0 | 0,97 | 379,4 | 0,65 |
| Zona Norte | Q 96 | 1.088,2 | 2,45 | 830 | 2,30 | 753,3 | 1,61 | 879,1 | 1,97 | 1.153,2 | 2,15 | 560,4 | 1,06 | 496,4 | 0,85 |
| | B 74-132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Subtotal | 1.088,2 | 2,45 | 830 | 2,30 | 753,3 | 1,61 | 879,1 | 1,97 | 1.153,2 | 2,15 | 560,4 | 1,06 | 496,4 | 0,85 |
| Turrialba Juan Viñas | Q 96 | 791,6 | 1,78 | 722,4 | 2,0 | 618,7 | 1,32 | 283,3 | 0,64 | 149,8 | 0,28 | 43,2 | 0,08 | 44,9 | 0,08 |
| | B 74-132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Subtotal | 791,6 | 1,78 | 722,4 | 2,0 | 618,7 | 1,32 | 283,3 | 0,64 | 149,8 | 0,28 | 43,2 | 0,08 | 44,9 | 0,08 |
| Zona Sur | Q 96 | 7,0 | 0,02 | 15,7 | 0,04 | 36,4 | 0,01 | 20,9 | 0,05 | 35,5 | 0,07 | 1.674,2 | 3,16 | 1.410,8 | 2,41 |
| | B 74-132 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Subtotal | 7,0 | 0,02 | 15,7 | 0,04 | 36,4 | 0,01 | 20,9 | 0,05 | 35,5 | 0,07 | 1.674,2 | 3,16 | 1.410,8 | 2,41 |
| Total Nacional | Q 96 | 5.193,9 | 11,67 | 3.507,3 | 9,73 | 3.272,8 | 7,01 | 2.054,9 | 4,61 | 2.037,8 | 3,81 | 2.868,8 | 5,41 | 2.359,0 | 4,03 |
| | B 74-132 | 636,3 | 1,43 | 705,8 | 1,96 | 1.085,1 | 2,32 | 846 | 1,90 | 362,6 | 0,68 | 384,5 | 0,72 | 398,8 | 0,68 |
| | Subtotal | 5.830,2 | 13,10 | 4.213,1 | 11,68 | 4.357,9 | 9,33 | 2.900,9 | 6,51 | 2.400,4 | 4,49 | 3.253,3 | 6,13 | 2.757,8 | 4,71 |
| | Nacional | 44.485,1 | 100 | 36.059,5 | 100 | 46.696,4 | 100 | 44.529,5 | 100 | 53.503,0 | 100 | 53.030,2 | 100 | 58.560,3 | 100 |

%*= Se refiere al porcentaje en proporción a la totalidad del área muestreada en el país según periodo. En el año 1986 no aparecen clones nombrados como sembrados comercialmente.



CUADRO 3
Porcentaje de representatividad regional de los clones evaluados en la zona baja.

| Región | Clon | Censo | | | | | | |
|------------------|----------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1994 | 1998 | 2000 | 2003 | 2007 | 2010 | 2013 |
| Guanacaste | Q 96 | 3,34 | 6,04 | 4,71 | 1,29 | 0,36 | 0,21 | 0,08 |
| | B 74-132 | 2,57 | 3,51 | 2,7 | 0,96 | 1,02 | 1,21 | 1,15 |
| Pacífico Central | Q 96 | 20,6 | 8,07 | 4,31 | 0,40 | 0,20 | 0,22 | 0 |
| | B 74-132 | 2,13 | 0,79 | 6,1 | 8,96 | 0,92 | 0,32 | 0,01 |
| Pacífico Seco* | Q 96 | 7,46 | 4,62 | 4,62 | 1,10 | 0,33 | 0,21 | 0,07 |
| | B 74-132 | 2,46 | 2,87 | 3,43 | 2,64 | 1,00 | 1,08 | 0,98 |

*Pacífico Seco = Guanacaste + Pacífico Central (<400 msnm).

Caracterización de la variedad Q 96

Seguidamente se transcriben las características biofísicas y atributos más relevantes que tipifican la variedad Q 96 (Durán A., J.R.; Oviedo A., M. 2012; Aponte Q., F.A.; Durán A., J.R.; Riggioni C., J.G. 1994).

Q 96

Progenitores: Q 63 x Q 68

Características Botánicas

Esta variedad es originaria de Queensland, Australia, y se caracteriza por ser de porte semiabierto a abierto con tallos de color morado cuando están expuestos al sol y verde amarillo con incrustaciones marrón cuando no está expuesto, el alineamiento del tallo es de un leve zigzaguo y el diámetro es medio.

El entrenudo es de forma cilíndrica, longitud media, no presenta ranuras ni rajaduras, con regular cantidad de cera. Presenta depresión de la yema con profundidad media y longitud larga, el anillo de crecimiento es medio, la región radicular al lado de la yema es media y al lado opuesto es estrecha.

La yema es de tamaño medio y forma ovalada angosta con alas. El palmito es medio, la vaina es de color verde amarillo y presenta cera y pelo en forma regular. La hoja es media con una longitud media y color verde amarillo, con margen aserrado poco agresivo y curvado cerca de la punta. Presenta aurícula en los dos lados con forma transitoria.

Figura 1.

Sección del tallo de la variedad Q 96 que muestra características anatómicas como la yema lateral, el canal de la yema, la banda de raíces, la banda de cera y la cicatriz foliar (foto tomada de Durán et al, 2009)



Características Agroindustriales

Esta variedad tiene bastantes años de haber ingresado a Costa Rica y ha sido una de las pocas variedades que se ha adaptado en todas las regiones cañeras del país. En la Región Sur ha mostrado buena adaptación, sin embargo no se había ampliado su siembra debido a lo difícil que había sido superar y desplazar a la variedad SP 71-5574.

En el año 1997 se estableció un ensayo en esta región del país y una de las variedades que se evaluó fue la Q 96. Luego de cuatro cosechas el rendimiento promedio obtenido con esta variedad a nivel experimental fue de 97 toneladas de caña por hectárea, 142 kilogramos de azúcar por tonelada y 13,8 toneladas de azúcar por hectárea, tal y como se puede apreciar en la Figura 11. Estos resultados, así como la opinión positiva de algunos productores que han cultivado esta variedad en Pérez Zeledón durante varios años, hacen que la variedad Q 96 sea actual-

mente una de las alternativas que se tienen para sustituir a la SP 71-5574.

La curva de concentración de azúcar que se le ha hecho demuestra que es una variedad muy azucarera, alcanzando su mayor madurez de la mitad a finales de la zafra con rendimientos que pueden llegar hasta los 150 kilogramos de azúcar por tonelada. La floración puede variar desde 0 a 50% dependiendo de las condiciones. Ha mostrado una alta tolerancia y resistencia a las principales enfermedades presentes en la región sur, incluida la roya naranja. Preferiblemente esta variedad se debería sembrar en aquellos suelos de mayor fertilidad y humedad de la región ya que es de una exigencia media a alta en cuanto a manejo y nutrición.

El hecho de no contar con la información correspondiente a la variedad B74-132 impide la posibilidad de realizar una comparación entre ambos clones.

Metodología

Para la comparación se escogió hacer el análisis en la hoja +1 o TVD y se tomaron 5 muestras compuestas por 5 hojas de caña adulta de ambas variedades. La muestra de B74-132 se tomó de una parcela del Banco de Germoplasma ubicado en los terrenos de la Universidad Técnica Nacional (UTN), ubicada en el distrito Porozal, Cañas, Guanacaste; la muestra de Q 96 se tomó de una plantación comercial ubicada en la comunidad de Rincón de Salas, distrito de Puente de Piedra, Grecia, Alajuela. Las muestras fueron procesadas para su análisis en el Centro de Investigaciones en Biología Celular y Molecular (CIBCM) de la Universidad de Costa Rica (UCR). El ADN se aisló por el método modificado del bromuro de cetil-trimetil amonio (CTAB) para AFLP's (Doyle y Doyle 1990). Los ácidos nucleicos totales se trataron con ARNasa a 10 µg/ml por 1 hora, se purificaron por fenol – cloroformo y se precipitaron con etanol, las lecturas de la concentración del ADN de las muestras se realizaron con un espectrofotómetro Nanodrop. El Protocolo de AFLP's siguió lo descrito por Villalobos *et al* (2014). Se evaluaron un total de 11 combinaciones al azar entre las diferentes muestras que se numeraron de la 1 hasta la 10 (Cuadro 5). Para realizar las comparaciones entre las diferentes combinaciones de muestras se utilizaron 12 imprimadores que se detallan en el Cuadro 4. Los fragmentos de AFLP se separaron en geles de poliacrilamida al 6% y urea 7M y se tiñeron con nitrato de plata. Los análisis de datos se realizaron con el programa GenAEx versión 6.54 (Peakall y Smouse, 2006; Peakall y Smouse, 2012).

Resultados

La extracción del ADN en ambas variedades fue exitosa utilizando el Protocolo de Doyle y Doyle (1990), dando como resultado buena cantidad y calidad de material genético; las lecturas de la concentración del ADN de las muestras individuales para las dos variedades se muestran en el Cuadro 4-5.

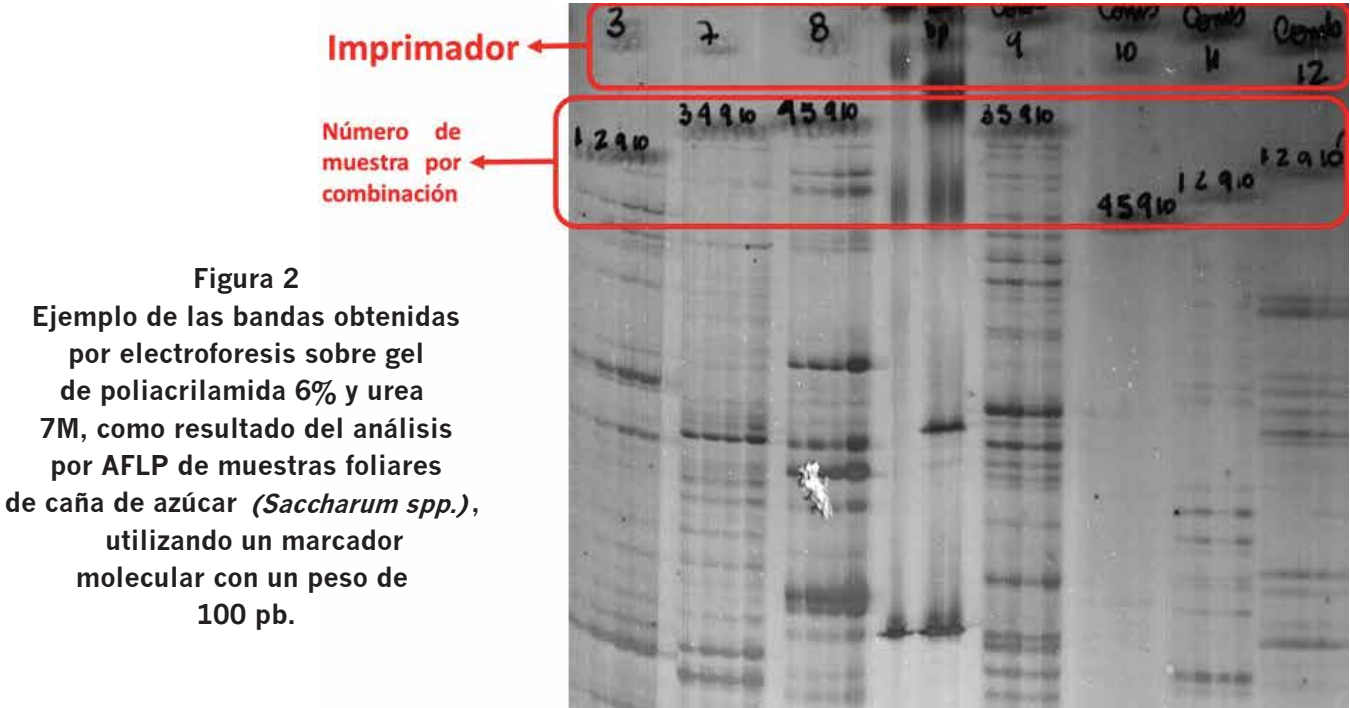
Cuadro 5
Cuantificación de ADN en muestras foliares de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) de las variedades Q 96 y B74-132.

| Número de secuencia | Muestra | Variedad | Concentración ADN (ng/µl) | Absorbancia (261/280) |
|---------------------|---------|----------|---------------------------|-----------------------|
| 1 | B1 | B74-132 | 1.246 | 1,90 |
| 2 | B2 | B74-132 | 637 | 1,74 |
| 3 | B3 | B74-132 | 1.070 | 1,94 |
| 4 | B4 | B74-132 | 741 | 1,75 |
| 5 | B5 | B74-132 | 1.435 | 1,75 |
| 6 | Q1 | Q 96 | 1.471 | 1,80 |
| 7 | Q2 | Q 96 | 931 | 1,74 |
| 8 | Q3 | Q 96 | 1.189 | 1,89 |
| 9 | Q4 | Q 96 | 1.535 | 1,82 |
| 10 | Q5 | Q 96 | 1.608 | 1,87 |

La cantidad de bandas obtenidas para cada uno de los imprimadores se muestran en el Cuadro 4. Es importante hacer la observación de que la cantidad de bandas resultantes por combinación evaluada, fueron escasas en comparación a otros cultivos como café o banano. La Figura 2 muestra un ejemplo de los patrones de bandas obtenidas del análisis con 7 de los 12 imprimadores utilizados, sobre 7 comparaciones de 7 muestras en grupos de 4 por imprimador, en un gel de poliacrilamida/urea y teñido con nitrato de plata. En todos se observan de 17 a 24 bandas por combinación y la ausencia de bandas diferentes entre las muestras de cada línea de caña, sea B74-132 o Q96, lo que permite afirmar que todas las muestras corresponden al mismo material genético.

Cuadro 4
Imprimadores evaluados y número de bandas polimórficas obtenidas durante el análisis de muestras foliares de caña (*Saccharum spp.*) mediante AFLP's.

| Número imprimador | Combinación de bases nitrogenadas | Cantidad de bandas polimórficas |
|-------------------|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1 | E-AAC/M-CAG | 19 |
| 2 | E-AAC/M-CTG | 10 |
| 3 | E-AAG/M-CTA | 23 |
| 4 | E-AAG/M-CTG | 11 |
| 5 | E-ACC/M-CAG | ND |
| 6 | E-ACC/M-CTG | 18 |
| 7 | E-AAA/M-CAA | 26 |
| 8 | E-ACC/M-CCA | 17 |
| 9 | E-ACC/M-CAA | 16 |
| 10 | E-ACA/M-CCA | 17 |
| 11 | E-ACA/M-CTG | 24 |
| 12 | E-AGC/M-CTA | 17 |



Conclusiones

Con fundamento en lo anotado anteriormente puede concluirse lo siguiente:

- 1) No cabe duda en reconocer que tanto Q 96 como B 74-132 son variedades que por antecedente han tenido y mantienen aún, importancia como opciones de cultivo comercial.
- 2) La tecnología bioquímica empleada fue efectiva en determinar la afinidad y similitud genética existente entre las dos variedades evaluadas.
- 3) Con el resultado alcanzado no es posible determinar la identidad genética de los clones evaluados por carecer del patrón y referente genético original correspondiente, aunque si la afinidad entre ambos.
- 4) De acuerdo con las pruebas de ADN realizadas a las muestras recolectadas, queda demostrado que la Q 96 y la B 74-132 son la misma variedad de caña de azúcar.
- 5) Resulta determinante enfatizar en el cuidado y responsabilidad que se debe tener en el manejo de materiales genéticos de caña de azúcar en el campo. Queda demostrado que para evitar situaciones de esta naturaleza, la agroindustria azucarera nacional debe extremar las medidas y protocolos de adquisición, asignación, liberación y recomendación de variedades para uso comercial.
- 6) El resultado obtenido se debe tomar como simple anotación del error de identidad incurrido hasta la fecha, pero se recomienda proceder con la debida corrección hacia futuro.
- 7) Queda planteado como tema interesante para el análisis futuro, la valoración del efecto subliminal inducido por el hecho de conocer de previo la identidad (sigla) de una variedad, lo cual pareciera predispone y habilita la aceptación o rechazo para uso comercial de una variedad.

Agradecimiento

Nuestro agradecimiento al Dr. Federico Albertazzi Castro y a la M. Sc. Heidy Villalobos Barrantes del Centro de Investigaciones en Biología Celular y Molecular de la Universidad de Costa Rica por su valiosa contribución a la realización de este estudio.

Literatura Citada

ÁNGULO, A.; DURÁN, J.R. 1993. Estudio comparativo de rendimiento agroindustrial de quince variedades de caña de azúcar en Cañas, Guanacaste. Promedio de dos cosechas. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre. Volumen II (1):28.

APONTE, F. A.; DURÁN, J.R.; RIGGIONI, J.G. 1994. Catálogo de Variedades. San José, Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, Programa Mejoramiento Genético, agosto. 44 p.

CHAVES, M. A. 1995a. Variedades de caña de azúcar de uso comercial en Costa Rica: una sinopsis histórica. In: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p: 307-323.

CHAVES, M. A. 1995b. Detalle comparativo de las variedades de caña de azúcar cultivadas actualmente en Costa Rica según área y región agrícola. In: Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José. DIECA, setiembre. p: 324-333.

CHAVES, M. A. 1997. Resumen del desarrollo histórico de la caña de azúcar en Costa Rica. In: Congreso de ATACORI “Roberto Mayorga C.”, 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI, octubre-noviembre. Tomo I p: 112-121.

CHAVES, M. A. 1999a. Dinámica de siembra comercial de las principales variedades de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1960-1999. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 247-248.

CHAVES, M. A. 1999b. Dinámica varietal de los clones utilizados para realizar las siembras comerciales de caña de azúcar en Costa Rica, durante el período 1986-1998. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 241-242.

CHAVES, M. A. 2010. Dinámica y evolución del cambio de variedades de caña de azúcar en Costa Rica. Grecia, Alajuela, Costa Rica, setiembre. Presentación Electrónica en Power Point. 115 Láminas.

CHAVES, M. A.; AGUILAR, F. 1991. Caña de azúcar (Saccharum spp gramineae). San José, Costa Rica. CONITTA/MAG/UNED, Serie ITTA No. 4, San José. 33 p.

CHAVES, M. A.; BERMÚDEZ, A. Z. 2012. Dinámica de cultivo comercial de las variedades de caña de azúcar en Costa Rica: análisis histórico. In: Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y el Caribe (ATALAC), 8, y Congreso de la Asociación Colombiana de Técnicos de la Caña de Azúcar (TECNICAÑA), 9, Santiago de Cali, Colombia, 2012. Memorias. Cali, Colombia, ATALAC/TECNICAÑA, setiembre 12 al 14, Centro de Eventos Valle del Pacífico. Tomo I Campo. p: 151-169.

CHAVES, M. A.; RODRÍGUEZ, M.; ALFARO, R.; RODRÍGUEZ, J. M.; VILLALOBOS, C.; BARRANTES, J. C.; ANGULO, A.; CALDERÓN, G. 1999. Actualidad de las variedades de caña de azúcar cultivadas comercialmente en Costa Rica durante 1998. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Manejo de Cultivos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen II. p: 243-244.

CHAVES, M. A.; RODRÍGUEZ, M.; VILLALOBOS, C.; ANGULO, A.; CALDERÓN, G.; ALFARO, R.; RODRÍGUEZ, J. M.; BARRANTES, J. C. 2001. Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2000. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 87 p.

CHAVES, M. A.; RODRÍGUEZ, M.; ALFARO, R.; VILLALOBOS, C.; ANGULO, A.; BARRANTES, J. C.; CALDERÓN, G.; RODRÍGUEZ, J. M. 2004. Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica año 2003. San José, Costa Rica, LAICA-DIECA, setiembre. 126 p.

CHAVES, M. A.; RODRÍGUEZ, M.; ANGULO, A.; VILLALOBOS, C.; BOLAÑOS, J.; BARRANTES, J. C.; ARAYA, A.; CALDERÓN, G. 2008. Censo de variedades de caña de azúcar sembradas en Costa Rica. Año 2007. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, marzo. 143 p.

CHAVES, M. A.; BARRANTES, J. C.; BOLAÑOS, J.; ANGULO, A.; RODRÍGUEZ, M.; VILLALOBOS, C.; CALDERÓN, G.; ARAYA, A. 2011. Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2010. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 90 p.

CHAVES, M.; ANGULO, A.; BARRANTES, J. C.; RODRÍGUEZ, M.; BOLAÑOS P, J.; VILLALOBOS, C.; CALDERÓN, G.; ARAYA, A. 2014. Censo de variedades de caña de azúcar de Costa Rica año 2013. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. En fase de redacción.

DÍAZ, O.; ALPÍZAR, A. 1985. Región Guanacaste. In: Informe Técnico Periodo 1984-1985. San José, Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. p: 46-54.

DIECA. 1988. Informe Anual 1987. San José, Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. 78 p.

DIECA. 1990a. Informe Anual 1989. San José, Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar. p: 85.

DIECA. 1990b. Recomendaciones técnicas para el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica. San José, Costa Rica. Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar, agosto. 30 p.

DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus 12(1): 13-15.



DURÁN, J. R.; OVIEDO, M. 2012. Catálogo de variedades de caña de azúcar cultivadas en algunas regiones cañeras de Costa Rica. Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 68 p.

MAG. 1991. Aspectos Técnicos sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. p: 21-42.

PEAKALL, R.; SMOUSE, P.E. 2006. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes. 6, 288-295.

PEAKALL, R.; SMOUSE, P.E. 2012. GenAIEx 6.5: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research-an update. Bioinformatics 28, 2537-2539.

RODRÍGUEZ, D. 1988. Variedades semi comerciales y promisorias en las cinco zonas cañeras del país. In: Congreso DIECA, 1, San José, Costa Rica, 1987. Memoria. San José, Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 19 y 20 noviembre. p: 19-23.

RODRÍGUEZ, M.; CHACÓN, M. 1993. Estudio comparativo agroindustrial de 24 clones de caña de azúcar cultivados en un suelo Vertisol de Liberia, Guanacaste. Promedio de tres cosechas. In: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Resúmenes. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre. Volumen II (1):60.

SUBIRÓS, F. 1987. Evaluación agronómica e industrial de clones de caña de azúcar. In: Congreso ATACORI “Ing. Álvaro Jenkins Morales”, 3, Guanacaste, Costa Rica, 1987. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), noviembre. p: 100-108.

VARGAS, N. R. 1986. Encuesta sobre aspectos básicos de la agroindustria de la caña de azúcar en Costa Rica. Resultados obtenidos. San José, Costa Rica. DIECA. 51 p.

VILLALOBOS-BARRANTES, H. M.; GARCÍA, E. G.; LOWE, A. J.; ALBERTAZZI, F. J. 2015. Genetic analysis of the dry forest timber tree *Sideroxylon capiri* in Costa Rica using AFLP. Plant Systematics and Evolution. 301: 15–23.