

REVISTA



ENTRE CAÑEROS



NÚMERO 15 • ABRIL 2020. ISSN 2215-597X

Revista trimestral del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)



PRESENTACIÓN

Presentamos con mucho gusto a nuestros lectores el número 15 de la revista Entre Cañeros en medio de esta emergencia nacional generada por la enfermedad del COVID-19, decretada desde el 16 de marzo del 2020 por las autoridades costarricenses, a la cual en LAICA nos unimos solidariamente y les rogamos que se mantengan en sus casas para evitar el contagio y diseminación del SARS COV-2.

Ponemos todo nuestro esfuerzo en compartir material de interés para informar de los principales logros en materia de investigación y desarrollo de tecnologías aplicables al cultivo de la caña de azúcar como parte del acontecer del sector azucarero. El sector azucarero, como integrante de la comunidad agrícola costarricense, no se ha detenido con la pandemia provocada por el SARS COV-2, sino que valientemente enfrenta la situación vigilante y aplicando responsablemente las medidas de seguridad sanitaria que las circunstancias exigen para garantizar el suministro de azúcar y el bienestar del sector. Esperamos que durante esta cuarentena sanitaria este material les sea de provecho, utilidad y contribuya a mantenernos siempre unidos pero separados.

Agradecemos que no dejen de seguirnos y sientan la confianza de dirigir sus consultas y comentarios a la dirección de correo electrónico echavarria@laica.co.cr.

Ing. Erick Chavarría Soto
Coordinador comité editorial
Revista Entre Cañeros
Correo-e: echavarria@laica.co.cr

CONTENIDO

01

Presentación

03

Ante crisis por coronavirus, LAICA garantiza abastecimiento de azúcar para todo el país y estabilidad de precios

04

Dieca establece condiciones para la venta de variedades de caña nacionales sigla Laica, a usuarios externos del sector azucarero

16

Aportes al desarrollo histórico del control biológico de plagas en Costa Rica: un enfoque a la caña de azúcar

38

Identificación taxonómica de arvenses asociadas al cultivo de caña de azúcar en las seis regiones cañeras de Costa Rica

Revista Entre Cañeros
Número 15, Abril del 2020. ISSN 2215-597X.

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 Tournón.
San Francisco, Goicoechea.
10802 San José, Costa Rica.
www.laica.co.cr

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

DESDE LA DIRECCIÓN EJECUTIVA

ANTE CRISIS POR CORONAVIRUS, LAICA GARANTIZA ABASTECIMIENTO DE AZÚCAR PARA TODO EL PAÍS Y ESTABILIDAD DE PRECIOS



(San José, 16 de marzo 2020). La Liga Agrícola Industrial de la Caña (LAICA), Corporación que comercializa el azúcar de producción nacional, garantiza el abastecimiento de este producto para toda la población y la estabilidad en los precios.

A raíz de la crisis mundial por el COVID19, en varios países han comenzado a escasear productos, sobre todo, sanitarios y alimenticios.

El Director Ejecutivo y de Comercialización de LAICA, Edgar Herrera Echandi, expresó que:

“La producción nacional nos da seguridad alimentaria. En situaciones como esta crisis mundial de salud, es de vital importancia

garantizarle a la población el abastecimiento de los alimentos que necesita para subsistir. La agroindustria nacional cañero azucarera, organizada bajo LAICA, garantiza que a la fecha se encuentran producidas las 250.000 toneladas métricas que requiere el mercado nacional durante el año 2020.

El país puede estar tranquilo de que, al igual que lo ha sido durante los últimos 80 años, no habrá escasez de azúcar. Además, LAICA garantiza que sus precios de venta del azúcar no sufrirán incrementos por esta pandemia”.

LAICA es una organización que agrupa a más de 7.500 productores de caña de azúcar de todo el país y a 12 ingenios, de los cuales tres son cooperativas y que se ha encargado de comercializar el azúcar y proveer al mercado local de este producto durante los últimos 80 años.

Firma responsable Nayuribe Vargas teléfono 8777-4555.



“Esta es una sección 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 Comité Editorial. Los autores deberán de asumir la responsabilidad en lo personal y de manera independiente por lo que publiquen en esta sección.”

DIECA ESTABLECE CONDICIONES PARA LA VENTA DE VARIEDADES DE CAÑA NACIONALES SIGLA LAICA, A USUARIOS EXTERNOS DEL SECTOR AZUCARERO

Marco A. Chaves Solera¹

Introducción

Casi desde sus inicios institucionales allá por el año 1982, DIECA ha venido desarrollando de forma continua y sistemática con gran visión de futuro y buen posicionamiento técnico, la iniciativa de procurar disponer y proveer de los mejores materiales genéticos para uso comercial por parte de nuestros agricultores; misión en la cual ha empleado con éxito diferentes estrategias y metodologías.

Esta preocupación y obligación sectorial se da por varias razones que aún hoy mantienen vigencia con el transcurrir del tiempo y el paso de los años, como son: 1) la existencia en el país de condiciones y entornos agro productivos de caña de azúcar muy disímiles y heterogéneos; 2) presencia de características edafoclimáticas, de estructura de tenencia de la tierra, capacidad de inversión y manejo tecnológico diferenciado, que obligan a diversificar las variedades empleadas; 3) la presencia de enfermedades de muy fuerte impacto y afectación productiva que han marcado pauta; 4) daño por plagas problemáticas de difícil control y erradicación; 5) la imperiosa necesidad de atender y resolver con efectividad problemas muy propios y particulares de la agroindustria azucarera nacional, caracterizados por ciclos vegetativos prolongados de 18 a 24 meses, suelos ácidos, regímenes de humedad variables (Ústico, Údico), agricultura de ladera con pendientes de hasta 35%, localidades con alto riesgo de sequía e inundación, condiciones de alto estrés hídrico y térmico, entre otros y, 6)

resulta estratégico y prioritario para el sector azucarero costarricense, procurar resolver de inmediato satisfactoriamente ante los avances, condicionamientos impuestos por los derechos de propiedad intelectual y los altos costos asociados a los mismos, el futuro genético del país en materia de caña de azúcar. Para ello, es definitivo que el sector para ser competitivo debe ser autogestionario de su propio desarrollo y definidor de su futuro (Chavarría 2017; Chaves 2006, 2017ab, 2019abd; Salazar 2017; Salazar et al 2017).



¹Ingeniero Agrónomo, M. Sc. 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.



Variedades nacionales sigla LAICA

Con mucha visión, esfuerzo y entrega pero más con entusiasmo y calificada capacidad profesional, DIECA ha logrado a partir de 1998, incursionar con grado variable de éxito en la fabricación de variedades nacionales por medio de la vía sexual mediante hibridación de progenitores reconocidos por sus antecedentes de calidad, lo cual no hay duda es un punto alto de la gestión institucional desarrollada por el Departamento (Chaves 2017ab).

Para mayor facilidad y comprensión del tema aludido, a continuación se transcribe lo señalado y abordado oportunamente por Chaves (2018a) en el documento **“Genética aplicada a la mejora de las plantaciones comerciales de caña de caña de azúcar”**, al mencionar con detalle técnico e histórico, que:

“De acuerdo con lo señalado por Chaves y Bermudez (2012) y Chaves (2016b), el programa de mejora genética siguiendo la vía sexual y no la asexual mediante introducción de clones del exterior, inicio formalmente a partir de 1982 con la creación de la Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), lo que operó por varios años mediante la adquisición de

semilla verdadera (fuzz) por donación de países amigos”.

Señala Chaves (2017b) al respecto, que:

“Luego de 1983 se procede con la importación de semilla sexual o verdadera (fuzz) procedente de México, Barbados y dos Estaciones de Brasil. Se importaban 10 g de semilla por cruce y de 10 a 20 cruces de cada estación por año. Fue sin embargo en el año 1998, cuando se realizaron las primeras pruebas formales de hibridación en el país, los cuales culminaron con los cruzamientos dirigidos de clones de interés agroindustrial con fundamento en su antecedente productivo, lo que se fortaleció luego del año 2000 (Durán y Alfaro 2015). Los clones nacionales fueron nombrados y reconocidos tanto nacional como internacionalmente por medio de la sigla LAICA, en reconocimiento a la institución que los generó como fue la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar. No se utilizó la sigla CR (Costa Rica) como se pudiera pensar, en consideración de que ya aplicaba en República Dominicana.”

En torno al mismo asunto y revalidando la necesidad de buscar autonomía y clones de origen propio, aseguran Durán y Oviedo (2015), que:

“Si bien es cierto que con la importación de variedades de caña de azúcar del extranjero, se han venido cubriendo las necesidades de nuevas variedades que se tienen en las regiones, es muy importante contar en este campo con una alternativa propia, independiente, que permita buscar nuestras propias variedades, ya que con los derechos de propiedad intelectual, día con día se ha ido dificultando o encareciendo la adquisición de nuevos materiales. Otra consideración importante de señalar dentro de esta justificación, es el hecho de que en Costa Rica a diferencia de muchos países, la caña de azúcar se cultiva en una diversidad muy grande de ambientes, lo que hace aún más difícil encontrar soluciones varietales únicamente partiendo de variedades importadas.

Por este motivo en el año 1998 se pensó en la conveniencia de realizar cruzamientos en nuestro país, que permitieran obtener la semilla sexual requerida por el programa, para llevar adelante esta línea de selección y aumentar a la vez la producción de clones LAICA.

Fue así como los primeros cruzamientos de caña de azúcar en Costa Rica se realizaron en el año 1998 y ya para el año 2000, la cantidad de cruces realizados permitió sembrar únicamente semilla sexual nacional, labor que se ha mantenido así hasta la fecha en que nos encontramos. Del año 2000 para acá se han incrementado el número de cruces a realizar por año o campaña de cruzamiento, trabajando con cruces biparentales como con poli cruces, además, se han incorporado en este trabajo una mayor cantidad de variedades, tanto comerciales como promisorias, con la finalidad de ampliar un poco más la diversidad genética”.

Los avances logrados con el tiempo demues-

tran que la propuesta técnica y la visión institucional inicial fueron correctas, pues muchas de las metas fijadas inicialmente se han venido alcanzando y cumpliendo satisfactoriamente con el paso de los años, logrando un crecimiento importante de las áreas de cultivo de las variedades nacionales reconocidas internacionalmente por medio de la sigla descriptiva LAICA (Chaves 2019c). Los Censos Cañeros realizados en el país, han demostrado un crecimiento continuo y sistemático con los años, que cada vez se torna más significativo, como lo han demostrado y señalado Chaves y Bermúdez (2012), Chaves (2016b, 2017ab, 2018abc, 2019b), Durán y Oviedo (2015), Durán (2018) y Oviedo y Durán (2013), entre otros.

Venta de servicios y productos biológicos

Desde los inicios de la gestión institucional desarrollada por DIECA a partir de 1982 la búsqueda, promoción y consecución de recursos financieros ha sido parte importante de su cometido, lo cual se promovió con más dinamismo desde 1984. Comenta Chaves (2016a), que *“...hasta 1990 los ingresos se limitaban básicamente a entregas de caña comercial a ingenios y venta de un pequeño excedente de avispa que por carecer de destino debían liberarse o venderse; esto por tanto el laboratorio no podía ni puede detener su reproducción, pese a que si puede reducirla a niveles mínimos...”*

Agrega el autor en contextualización del tema, que *“Fue a partir de ese año que se valoró seriamente y con gran sentido empresarial la oportunidad de reforzar y colocar ese excedente en el exterior, principalmente en ingenios panameños interesados, lo cual fue visto, avalado y apoyado ...”*

Dichas ventas vinieron en incremento con los años llegando a obtener cantidades importantes de recursos económicos sanos, que aún hoy ingresan a las arcas de LAICA para luego ser incorporados y redistribuidos a todo el sector a través del precio final de liquidación por la caña entregada.

¿Qué vende DIECA?

La diversificación de productos con valor económico que produce DIECA y se venden hoy día es muy variada, como lo revela Chaves (2016a) al indicar, que:

“El origen económico de los recursos comercializados y vendidos es diverso y se ha modificado con el tiempo, pese a lo cual se tienen algunos rubros principales y consistentes, como son: 1) caña comercial producto de residuales de experimentos y producción en fincas comerciales regionales de DIECA (Grecia, Guanacaste, Turrialba), la cual es entregada en régimen de extra cuota a los ingenios del lugar donde se produce; 2) semilla básica; 3) parasitoides (avispa del género Cotesia flavipes); hongos entomopatógenos de los géneros Metarhizium anisopliae (Ma) y Beauveria bassiana (Bb); 4) servicios de capacitación y adiestramiento en materias técnicas, principalmente de laboratorio; 5) servicios de análisis fitopatológico de muestras en laboratorio; 6) venta en una oportunidad variedades promisorias a El Salvador y 7) venta de otros bienes (chatarra, etc.).”

En la actualidad los productos con potencial de venta son los indicados anteriormente, a los cuales se agregan dos novedosos: 1) plantas de almácigo reproducidas por la técnica de Cultivo de Tejidos in vitro (Chaves 2019e) y, 2) las variedades sigla LAICA fabricadas por DIECA, como se detallara adelante.

Venta de clones sigla LAICA

Luego de superar un razonable y prudente periodo de análisis y valoración técnico-económica y legal, las autoridades del sector decidieron abrir espacio comercial a la posible venta de clones de caña de azúcar fabricados por DIECA, cuyo valor intelectual patrimonial es propiedad de LAICA. En primera instancia el Comité Asesor de DIECA dio aval a la iniciativa en su Sesión N° 118, Artículo VI, celebrada el día 2 de diciembre del 2019, al acordar:

“Aprobar los Considerandos y términos técnico-contractuales vinculados con la venta de variedades y materiales genéticos registrados y reconocidos por la sigla descriptiva internacional “LAICA” a usuarios externos al sector azucarero costarricense, sean nacionales o internacionales. Se solicita a la Gerencia remitir la presente petición a la Junta Directiva Corporativa de LAICA, con el objeto de contar con su aval y posible aprobación. ACUERDO FIRME.”

Posteriormente, la Junta Directiva Corporativa de LAICA conoció en la Sesión N° 614, Artículo VII, celebrada el día 3 de diciembre, y dio aprobación a la solicitud planteada; a partir de la cual quedaron habilitadas dichas transacciones, bajo los términos propuestos, acordados y contenidos en un **“Contrato por Venta de Variedades de Caña de Azúcar”** formulado con dicho objetivo y que se detalla seguidamente.

Condiciones y requerimientos para la venta

Protocolaria y procedimentalmente se definieron en primera instancia una serie de tópicos, acciones y elementos primarios obligados de seguir y cumplir, bajo los cuales se deben negociar y vender los materiales genéticos de interés a usuarios externos al sector, sean estos nacionales o internacionales.

La aplicación de los mismos es exclusiva para las variedades de caña que genera el Programa de Variedades de la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar, cuya sigla de origen e identificación genética y reconocimiento nacional e internacional es “LAICA” (Chaves 2019c).

Los pasos a seguir en dicho caso son los siguientes:

- 1) Debe en primera instancia ubicarse, contextualizarse y diferenciarse la **venta de variedades** respecto al **intercambio de variedades**. En el segundo caso se adquieren y

ceden materiales genéticos en igualdad de condiciones, lo que incluye y habilita, de así considerarlo las partes vinculadas, el uso comercial de los mismos sin restricciones, excepto el impedimento de entrega a terceros. En la venta por ser una acción de carácter unilateral, hay condicionamientos que respetar, como los contemplados en el presente protocolo.

- 2) Como primer paso, LAICA debe recibir por escrito una solicitud formal del Centro Experimental, compañía azucarera o empresa comercial interesada, manifestando su interés en adquirir sus variedades.
- 3) El interesado deberá definir e identificar en esa solicitud la **cantidad y la sigla de los clones** de su interés particular.
- 4) Los alcances de la venta se **restringe estrictamente a las variedades y productos genéticos generados por LAICA y reconocidos por la sigla genética descriptiva nombrada**

como “LAICA”; no a otros clones diferentes a esa sigla que pudieran disponerse.

- 5) Cabe igualmente la posibilidad de realizar, si es del interés del demandante, algún **cruzamiento específico de variedades de interés particular**. Esto estará sujeto a que LAICA disponga de los progenitores requeridos, las condiciones de floración sean las idóneas y las pruebas previas de viabilidad y germinación del polen sean las adecuadas. En dicho caso LAICA definirá el costo (US\$) implicado y el tiempo (semanas, meses) requerido para entrega de las plantas generadas ya enraizadas.
- 6) Para formalizar y operar la venta de las variedades, las partes interesadas deberán concertar y suscribir un **Contrato por Venta de Variedades**, donde se consideren todos los elementos y alcances de carácter legal, técnico, fitosanitario, productivo y comercial involucrados en la transacción.



- 7) LAICA cobrará por dicha venta o servicio la suma de **350 dólares americanos (US\$350)** por cada variedad que expresamente se le solicite para venta.
- 8) Los **costos implicados en el envío de las variedades a su destino**, correrá en su totalidad por cuenta del comprador.
- 9) Posteriormente y **por una única vez**, el usuario que adquiere las variedades, deberá pagar a LAICA la suma de **10,000 dólares americanos (US\$10.000)** adicionales, por cada una de estas variedades que llegue a sembrarse en un área igual o superior a **250 hectáreas**.
- 10) LAICA y el usuario interesado en adquirir las variedades, definirán concertarán y coordinarán la **cantidad de variedades a negociar, los tiempos de entrega, la forma y el momento de envío** implicados.
- 11) El **biotipo** de cada uno de los materiales genéticos vendidos, **deberá ser descrito y tipificado por los métodos, criterios e indicadores** aplicados en esta materia, lo que incluye elementos anatómicos, fotográficos y bioquímicos de ser viable y factible. En el caso de los análisis de caracterización bioquímica y genética, los costos correrán en partes iguales por cuenta de LAICA y el interesado.
- 12) El usuario interesado en adquirir las variedades, caso de ser externo, se hará cargo de solicitar y enviar los respectivos **permisos de importación de las entidades oficiales de Sanidad Vegetal** de su país, y los remitirá oportunamente a LAICA; quien se encargará de solicitar el respectivo **Certificado Fitosanitario** acorde a los requerimientos fitosanitarios solicitados por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) costarricense. Dicho Certificado se adjuntará al envío que llevan los esquejes de las variedades convenidas.
- 13) En el caso de requerirse un Certificado especial que conlleve el pago de una suma



superior a **50 dólares americanos (US\$50)**, la entidad interesada en adquirir las variedades deberá asumir en su totalidad dicho pago.

- 14) LAICA enviará un total de **12 esquejes de una yema (12 yemas) por cada variedad** negociada, para que el demandante pueda iniciar el proceso posterior de siembra, desarrollo vegetativo, evaluación y selección de las mismas.
- 15) La **responsabilidad intelectual y comercial de LAICA** finaliza luego de realizado el embarque, envío o entrega de los materiales genéticos al usuario; por lo cual, cualquier evento, circunstancia o imprevisto que ocurriera posterior a ello no es de su responsabilidad. No cabe por ello **responsabilidad automática de reposición del material perdido**, lo cual deberá de todas formas ser analizado, valorado y decidido por LAICA virtud de las condiciones que mediaron en dicho caso.
- 16) Las variedades que LAICA venda son para **uso exclusivo e ineludible de la entidad que las adquirió** y, por lo tanto, ninguna de esas variedades podrá ser transferida a terceras personas o entidades sin el consentimiento escrito de LAICA. Cualquier solicitud de alguna de estas variedades por parte de terceras personas deberá ser referido oportunamente a LAICA para su conocimiento y eventual aprobación.
- 17) La entidad que adquiera las variedades LAICA asumirá la responsabilidad correspondiente, en el caso de **quejas o indemnizaciones** que se puedan dar como resultado del uso indebido de las variedades y de lo acordado contractualmente.
- 18) **LAICA no garantiza ni certifica expresa o implícitamente**, que las variedades que está vendiendo o intercambiando, se van a adaptar a las condiciones particulares de los entornos productivos que posee cada país, región o localidad, en donde van a ser cultivadas y evaluadas.

- 19) Quién adquiere las variedades deberá **respetar y mantener sin modificación de ninguna especie, la sigla descriptiva de la variedad comprada**.
- 20) Las partes LAICA-usuario deben comprender y aceptar que la relación contractual o de intercambio suscrita en el Contrato de Venta, se realiza bajo **principios éticos y de respeto mutuo, prevaleciendo la transparencia** como elemento básico y fundamental del vínculo comercial.
- 21) La entidad que compra las variedades sigla LAICA se **compromete contractualmente a brindar anualmente mediante declaración jurada, la información sobre el área sembrada (hectáreas) comercialmente de los clones negociados**.

Debe además, informar a LAICA sobre el comportamiento agroindustrial y fitosanitario que va obteniendo con las variedades que adquirió. Esta información es muy importante para mantener trazabilidad, seguimiento y poder direccionar futuros cruzamientos y pedidos de variedades y materiales genéticos.

- 22) En el **Contrato de Venta** suscrito entre partes, deberá quedar LAICA autorizada a verificar por los medios que estime convenientes y pertinentes, la dimensión del área sembrada (hectáreas) de las variedades negociadas. El demandante deberá autorizar, permitir y facilitar la visita de funcionarios de LAICA en el momento que lo estimen pertinente, a observar y fiscalizar el área y la condición de las variedades vendidas, caso de ser necesario.
- 23) Las variedades sigla LAICA adquiridas contractualmente podrán ser utilizadas libremente por el usuario que las adquirió, en **cruzamientos genéticos que generen nuevos productos derivados diferentes a sus progenitores originales**; para lo cual solo deberá informar y dar los créditos correspondientes a LAICA.

SECCIÓN EDITORIAL

- 24) La factibilidad de que LAICA registre y normalice como obtentor para fines de Propiedad Intelectual sus variedades ante la **Oficina Nacional de Semillas (ONS) o la entidad competente que el Gobierno de Costa Rica designe**, queda abierta; lo cual dependerá de la viabilidad económica y los alcances reales que otorga dicha protección. La decisión será en este caso exclusiva de LAICA.
- 25) Toda la relación contractual deberá respetar los principios y normativas establecidas por la **Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TRFAA), el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), la Ley de Semillas** operada por la **Oficina Nacional de Semillas (ONS)** y lo establecido por el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), así como cualquier otra legislación vinculada

Literatura citada

- Chavarría Soto, E. 2017. *Principales enfermedades que atacan a la caña de azúcar (Saccharum spp) en Costa Rica*. Revista Entre Cañeros (8):55-62.
- Chaves Solera, M. 2006. *Importancia de las variedades de caña de azúcar como factor de productividad y competitividad agroindustrial*. Revista de Agricultura y Ganadería de Centroamérica (Costa Rica), 1er Aniversario. San José. p: 58-60. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 11 p.
- Chaves Solera, M.; Bermúdez Loria, A.Z. 2012. *Dinámica de cultivo comercial de las variedades de caña de azúcar en Costa Rica: análisis histórico*. En: 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. Presentación Electrónica en Power Point. 14 Láminas.
- Chaves Solera, M.A. 2016a. *Venta de productos y servicios técnicos e ingresos generados por DIECA en su gestión operativa institucional*. Revista Entre Cañeros (6):4-15.
- Chaves Solera, M.A. 2016b. *La mejora genética de la caña de azúcar en Costa Rica*. En: Congreso Nacional Agropecuario, Forestal y Ambiental, 14, Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2016. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, octubre 27 al 29. 28 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017a. *DIECA: 35 años al servicio de la agricultura cañera costarricense*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, febrero. 29 p.
- Chaves Solera, M.A. 2017b. *Enfoque biotecnológico integral en DIECA: pasado, presente y futuro*. Revista Entre Cañeros N° 7. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, enero. p: 5-18.

- Chaves Solera, M.A. 2018a. *Genética aplicada a la mejora de las plantaciones comerciales de caña de caña de azúcar*. En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 43 p.
- Chaves Solera, M.A. 2018b. *Siembra comercial de variedades de caña de azúcar: dinámica histórica de su cultivo en Costa Rica*. En: Congreso Tecnológico DIECA 2018, 7, Colegio Agropecuario de Santa Clara, Florencia, San Carlos, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 29, 30 y 31 de agosto del 2018. 89 p.
- Chaves Solera, M.A. 2018c. *Las 75 variedades de caña de azúcar más sembradas comercialmente en Costa Rica durante el periodo 1986-2016 (30 años)*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 15 p.
- Chaves Solera, M.A. 2018d. *Recorrido histórico de las variedades comerciales de caña de caña de azúcar de origen Costarricense (Sigla LAICA) en Costa Rica. Periodo 1986-2016 (30 años)*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 11 p.
- Chaves Solera, M.A. 2019a. *Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 7, julio. p: 5-6.
- Chaves Solera, M.A. 2019b. *Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica*. En: Seminario Internacional: Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica. Hotel Condovac La Costa, Carrillo, Guanacaste, Costa Rica, 2019. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 15, 16 y 17 de octubre, 2019. 114 p.



Chaves Solera, M.A. 2019c. *Nomenclatura y reconocimiento internacional de variedades en el cultivo de la caña de azúcar*. Revista Entre Cañeros N° 13. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, setiembre. p: 4-20.

Chaves Solera, M.A. 2019d. Ambiente agro climático y producción de caña de azúcar en Costa Rica. Boletín Agroclimático. Volumen 1 Número 18, noviembre-diciembre. p: 5-10.

Chaves Solera, M.A. 2019e. *DIECA establece regulaciones protocolarias para la entrega, recibo, manejo y uso de plantas originadas a partir de Cultivo de Tejidos in vitro*. Revista Entre Cañeros N° 12. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, agosto. p: 4-16.

Durán Alfaro, J.; Oviedo Alfaro, M. 2015. *La hibridación de la caña de azúcar en Costa Rica. ¿Qué se ha hecho?* En: Congreso Tecnológico DIECA 2015, 6, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 20 y 21 de agosto. 16 p.

Durán Alfaro, J.R. 2018. *Avances en el desarrollo de variedades serie LAICA con un enfoque de alta sacarosa*. En: Seminario Internacional Producción y Optimización de la Sacarosa en el Proceso Agroindustrial, 2, Puntarenas, Costa Rica, 2018. Memoria Digital. San José, Costa Rica, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), junio 5 al 7, Hotel Double Tree Resort by Hilton. 75 p.

Oviedo Alfaro M., Durán Alfaro JR. 2013. En: *Características de las variedades LAICA más importantes generadas por el Programa de variedades de DIECA en Costa Rica*. En. Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 19, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 20, "M.Sc Marco A. Chaves Solera". Centro de Conferencias del Hotel Wyndham Herradura, Heredia, Costa Rica, 2013. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 11-13 de setiembre. Tomo II. p: 319- 328.

Salazar Blanco, J.D. 2017. *Plagas de la caña de azúcar en Costa Rica*. Revista Entre Cañeros N° 8. Revista del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). San José, Costa Rica, marzo. p: 63-70.

Salazar Blanco, J.D.; González Acuña, J.F.; Cadet Piedra, E.; Oviedo Alfaro, R.; Sáenz Acosta, C.E. 2017. *Catálogo de identificación de plagas del cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica*. Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA, diciembre. 60 p.

¡PREVENGA EL CORONAVIRUS (COVID-19) EXTREMANDO LAS MEDIDAS DE HIGIENE!

LÁVASE LAS MANOS:

- Antes y después de comer, de atender a un enfermo y de cambiar pañales.
- Después de tocar objetos como: celulares, carros de supermercado y uso de computadoras.
- Después de volver de la calle.
- Después de toser o estornudar.
- Antes de tocarse la cara.
- Recuerda que la duración del lavado de manos es de 30 segundos o lo que duras en cantar cumpleaños dos veces

Fuente: Ministerio de Salud





Introducción

Lo que hasta hace muy pocos años era apenas una curiosidad personal e inquietud científico-tecnológica de algunos naturalistas y ambientalistas, hoy día constituye y representa un incuestionable imperativo al cual ninguna actividad agro productiva, institución o profesional serio que pretenda ser competitivo puede desconocer y menos ignorar.

APORTES AL DESARROLLO HISTÓRICO DEL CONTROL BIOLÓGICO DE PLAGAS EN COSTA RICA: UN ENFOQUE A LA CAÑA DE AZÚCAR

Alejandro Rodríguez Morales¹, Marco A. Chaves Solera²

En el campo comercial, tecnológico y social, el tema ambiental y la denominada eco eficiencia operativa y funcional forman parte integral del concepto de calidad, que debe necesariamente incorporar cualquier producto o servicio que se provea al sensitivo y bien informado usuario de destino.

Temas asociados a principios como la trazabilidad, la certificación de procesos y productos, la asepsia, la inocuidad, la eco eficiencia, la nutrición balanceada, las buenas prácticas agrícolas, entre otras, se vinculan a nuevos y profundos conceptos asociados con el desarrollo sostenible, los cultivos inteligentes, la producción más limpia, la producción orgánica, la producción ambientalmente amigable, la agricultura regenerativa, la agricultura conservacionista y la agricultura de precisión o de sitio, entre otras insinuantes acepciones que giran alrededor del tema ambiental y el uso óptimo de los recursos de la producción.

En toda esta nueva y moderna connotación y nuevas formas de producir, el tópico del control biológico adquiere gran relevancia y actualidad virtud de sus implicaciones, ventajas y beneficios que otorga. El control biológico es un imperativo al que los sistemas agro productivos deben recurrir para satisfacer los condicionamientos e imposiciones que los mercados y el comercio le demandan actualmente. No hay duda que el control de plagas mediante los métodos convencionales con el uso de productos químicos se torna cada vez más complicado y menos aceptado, pese a que debemos reconocer que continúa siendo imprescindible para mantener una agricultura económicamente rentable con

rendimientos altos de cosecha y muy competitiva (Chaves, 2008).

Asegura la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) por medio de Ulloa (2017), que:

“El control biológico es un sistema con larga tradición de uso; sin embargo, debido a la aparición de los plaguicidas químicos en el siglo XX, su popularidad disminuyó. Actualmente, dada la afectación al ambiente que justa o injustamente se les achacan a los plaguicidas químicos y a la creación de regulaciones que fomentan su sustitución, es que su uso ha vuelto a tomar auge. En 2016, el mercado mundial del biocontrol se estimó en 3.000 millones de USD, y se espera que tenga un crecimiento anual promedio del 30% al 2025, alcanzando los 11.000 millones de USD. El crecimiento poblacional a nivel mundial, una mayor conciencia ambiental por parte de los consumidores, las regulaciones establecidas por los gobiernos, así como un mayor interés por parte de las grandes corporaciones en el biocontrol, corresponden a elementos que están dinamizando la industria. Se calcula que existen 1.400 tipos de productos bioplaguicidas comercializados a nivel mundial, de los cuales los productos a base de microorganismos (Bacillus thuringiensis, principalmente) constituyen un 58% del mercado. Norteamérica y Unión Europea representan 2/3 partes del mercado mundial (59%). Latinoamérica por su parte tiene el mayor crecimiento proyectado con 18%, en el periodo 2015-2025”.

¹ Ingeniero Agrónomo. M.Sc, Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Costa Rica. E-mail: arodriguez@laica.co.cr. Teléfono (506) 2284-6066

² Ingeniero Agrónomo. M.Sc, Gerente, Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA). Costa Rica. E-mail: mchavez@laica.co.cr. Teléfono (506) 2284-6066/ (506) 2284-6067

Concepto

El concepto de control biológico es muy amplio y flexible en sus alcances y vinculaciones, encontrándose definiciones y acepciones diferentes, como las siguientes:

- Es un método de control de plagas, enfermedades y malezas que consiste en utilizar organismos vivos con el objeto de controlar las poblaciones de otro organismo.
- Es el conjunto de técnicas empleadas para la regulación de poblaciones de seres vivos indeseables, mediante la introducción de otros organismos que los depredan.
- Corresponde a la acción de parásitos, depredadores o patógenos que mantienen poblaciones de otros organismos problemáticos en un nivel más bajo de lo que pudiera ocurrir en su ausencia.
- Es la acción ejercida por parásitos, depredadores o patógenos (organismos causantes de enfermedades) para mantener la densidad de población de otros organismos en niveles más bajos de los que existirían sin la acción de estos enemigos naturales.
- Corresponde al uso de los enemigos naturales, introducidos o manipulados, para controlar insectos plagas.
- Es un método que consiste en el uso de extractos de plantas, invertebrados, microorganismos y minerales para el control de plagas en la agricultura.
- Es la manipulación humana de los enemigos naturales para controlar las plagas en la agricultura.
- Es la utilización intencional de enemigos naturales para regular las poblaciones de organismos que han alcanzado el nivel de plaga o enfermedad.
- Es la naturaleza controlando regulando a la misma naturaleza.
- Consiste en la utilización de organismos vivos con el fin de controlar las poblaciones problema de plagas.

- Es la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales; es decir, mediante la acción de depredadores, parásitos y patógenos.
- Fenómeno natural que consiste en la regulación del número de plantas y animales por medio de enemigos naturales (parásitos, depredadores y patógenos).
- Es el conjunto de recursos biológicos empleados para la prevención, reducción o eliminación de plagas (insectos, ácaros y enfermedades de las plantas).
- El control biológico o biocontroladores es un método que consiste en el uso de extractos de plantas, invertebrados, microorganismos y minerales, para el control de plagas en la agricultura.
- Es un sistema de protección natural de cultivos que utiliza a los enemigos (organismos) naturales de las plagas para su control y exterminación, pudiendo ser parásitos, depredadores o patógenos. El organismo que hace el control biológico agonizará cuando alcance su objetivo. Consiste en un contagio que se expande rápidamente pero solamente perjudica a los organismos no benéficos.



Parasitoide de huevos

- Aplica mediante el uso de organismos, genes o productos genéticos, ya sea en sus estados natural o bien modificado, para reducir los efectos de organismos indeseados (pestes), y para favorecer la actividad de organismos beneficiosos como cultivos, árboles, animales e insectos y microorganismos benéficos.
- Es la regulación de la población de un organismo por medio de otro, y parte del principio de que en la naturaleza todo organismo tiene uno o más antagonistas que lo eliminan o compiten con él.

Se considera que la definición más aceptada en la actualidad es la que han utilizado tradicionalmente los entomólogos, al indicar que el control biológico es un método agrícola de control de plagas (insectos, ácaros, malezas, enfermedades de las plantas, etc.) que utiliza en su acción depredadores, parásitos, herbívoros u otros medios naturales.

Para algunos el concepto de control biológico debe diferenciarse del control natural de plagas, que es el control que sucede en las poblaciones de organismos sin la participación e intervención del hombre, que incluye además de enemigos naturales, la acción de los factores abióticos del medio; interpretando en este caso, el control biológico como un método artificial de control que presenta limitaciones especialmente en cuanto al conocimiento de los organismos afectados, lo que trae consigo una serie de ventajas e inconvenientes en su aplicación, sobre todo si se relaciona con los métodos químicos de combate. La literatura reconoce sin embargo, que hay diferentes tipos de control como lo describen Rodríguez del Bosque y Arredondo Bernal (2007), quienes lo desagregan en control biológico por conservación, clásico y aumentativo.

Como señalaran Carballo y Guaharay (2004) al respecto, "el control biológico de plagas contempla el fortalecimiento del control natural, la introducción de especies no-nativas de controladores y el uso de plaguicidas derivados de animales, plantas, hongos, bacterias, virus y minerales para prevenir, repeler, eliminar o bien reducir el daño causado por las plagas."

Antecedentes

Se considera que la agricultura inició hace cerca de 8 mil años antes de Cristo (AC), ubicando la primera descripción de plagas de insectos hasta 1.500 años AC. De acuerdo con documentación histórica el uso de insecticidas se remonta a 2.500 años AC, siendo los sumerios quienes emplearon el primer plaguicida compuesto a base de azufre para controlar insectos y ácaros.

Si bien los registros históricos revelan que el control biológico como método empleado en el combate de plagas en la agricultura, data de finales siglo XIX, lo cierto es que la utilización de insecticidas extraídos de plantas para el tratamiento de semillas, hoy nombrados como insecticidas botánicos, en culturas como la China, son conocidos desde hace más de 1.200 años AC. Para ello emplearon cal y cenizas en granos almacenados; además de mercurio y compuestos de arsénico para controlar plagas humanas como las pulgas. Fueron los chinos quienes reconocieron la importancia de los enemigos naturales y la necesidad de ajustar las fechas de siembra para evitar padecer problemas con plagas; lo cual fue seguido por romanos y griegos.

En definitiva, los chinos mejoraron las técnicas de control de plagas mediante uso de hormigas depredadoras y otros mecanismos afines, lo que surgió por su tradicional interés por la crianza y desarrollo de gusanos de seda y las cadenas alimentarias. En la primera mitad del siglo XVIII Carlos Linneo desarrolló el sistema de identificación de insectos y recomendó el empleo de escarabajos Coccinélidos, Chrysopa (crisopas) y otros insectos parasitoides para el control de plagas (Carballo y Guaharay, 2004).

Los primeros registros vinculados con la aplicación de "controladores biológicos" en Latinoamérica, datan del año 1859, cuando en Puerto Rico se introdujo al sapo *Bufo marinus* Linnaeus, como controlador de diferentes plagas asociadas con la caña de azúcar (Rodríguez del Bosque y Arredondo, 2007). En el año 1890 se importó de Australia a California (EUA) el escarabajo *Rodolia cardinalis*, con el fin de controlar la escama blanca del algodón.

SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

Asimismo, la aplicación del control biológico clásico en la misma región viene del año 1903, cuando se introdujo a Chile procedente de California (EUA), dos Coccinellidos depredadores de escamas: *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville y *Rhizobius ventralis* Erichson (Altieri *et al*, 1989).

Objetivo

El presente documento pretende fundamentalmente aportar y contribuir a fomentar, promocionar y fortalecer el uso del control biológico, los bioplaguicidas y el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Cultivos (MIC), como modernos instrumentos viables y efectivos para realizar el control de plagas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.

Esfuerzos nacionales

En Costa Rica el control biológico desde sus inicios mostró un papel marginal en relación a

otras alternativas convencionales empleadas para el control de plagas, como era el uso de plaguicidas químicos, los cuales resultaban notoriamente más fáciles de incorporar y operar en los sistemas agro productivos de la época, con efectos casi inmediatos, que evidenciaban y presumían su efectividad. Según Sáenz (1970) citado por Hilje *et al* (1989), el primer intento por utilizar esta nueva herramienta de control en el país sucedió en el año 1914, cuando a solicitud de la United Fruit Company, se importó un virus que atacaba las taltuzas (*Orthogeomys* spp.). El mismo autor citado por Hilje, señala que en 1918 se obligó por ley “a la protección de toda clase de aves cazadoras de insectos, las rapaces nocturnas y las que se alimentan de serpientes, taltuzas, ratas, como las lechuzas, búhos, guaco, así como del camaleón”, lo que se constituyó como el primer indicio de control biológico incorporado por criterio de conservación.

Sin embargo, el primer intento formal de combate biológico del que se tiene registro en el país, fue llevado a cabo por el connotado científico nacional, Dr. Clodomiro Picado Twilight, utilizando una bacteria entomopatógena, con el objeto de controlar la langosta (Picado y Sancho, 1915 citados por Hilje *et al*, 1989). Según Picado

(1920) citado por Hilje (1989), posteriormente (año no indicado) el propio Dr. Picado realizó observaciones sobre *Diachasma crawfordi* Viereck (1911), parasitoide del gusano de la guayaba, lo cual pudo constituirse en el primer intento de utilización del control biológico mediante el empleo de parasitoides.

Esta línea de acción fue formalizada en el año 1924, cuando gracias a los aportes del Dr. José Fidel Tristán, se desarrolló en el país un programa cooperativo con la participación de entomólogos norteamericanos para trabajar en el combate de la mosca prieta de los cítricos (*Aleurocanthus woglumi* Ashby), mediante el uso del parasitoide *Eretmocerus serius* Silvestri (1927), el cual fue muy exitoso, al punto de eliminar el problema (DeBach, 1974 citado por Hilje *et al* (1989). Indica Morales (2001), que en 1933 el Dr. Charles Ballou introdujo al país *Aphelinus mali* (Hald.), agente biológico que ataca el pulgón lanígero del manzano.

Se comenta que luego de ocurridas las erupciones de cenizas del Volcán Irazú (1964), se introdujo al país un predador, *Cryptolaemus montrouzieri* Muls., y dos parasitoides: *Leptomastix abnormis* (Giralt) y *Leptomastix dactylopi* (How.), con el objetivo de combatir la cochinilla harinosa de los cítricos, *Planococcus citri* Risso, que atacaba en ese entonces el café de manera severa. En 1960 se había importado de México el predador *Zelus* sp. para reducir el daño ocasionado en el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) por ninfas y adultos de la “baba de culebra o salivazo”, cercópodos (*Prosapia biformis*, *P. simulans*, *P. bicincta*, *Aeneolamia postica* y otras más (Morales, 2001).

Por su parte, el entomólogo nacional Ing. Agr. Juan Hernández Ramírez, quien fungió en las décadas de los años 80's y 90's como Jefe del Departamento de Entomología del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), menciona en un documento no fechado y no publicado nombrado “El Control Biológico en Costa Rica”, que el profesor Charles Ballou de la Escuela Nacional de Agricultura (ENA), en el Informe del año 1934 del Departamento de Agricultura de Costa Rica, señala que sus estudiantes realizan “prácticas de combate biológico” con la avispa *Eretmocerus serius*

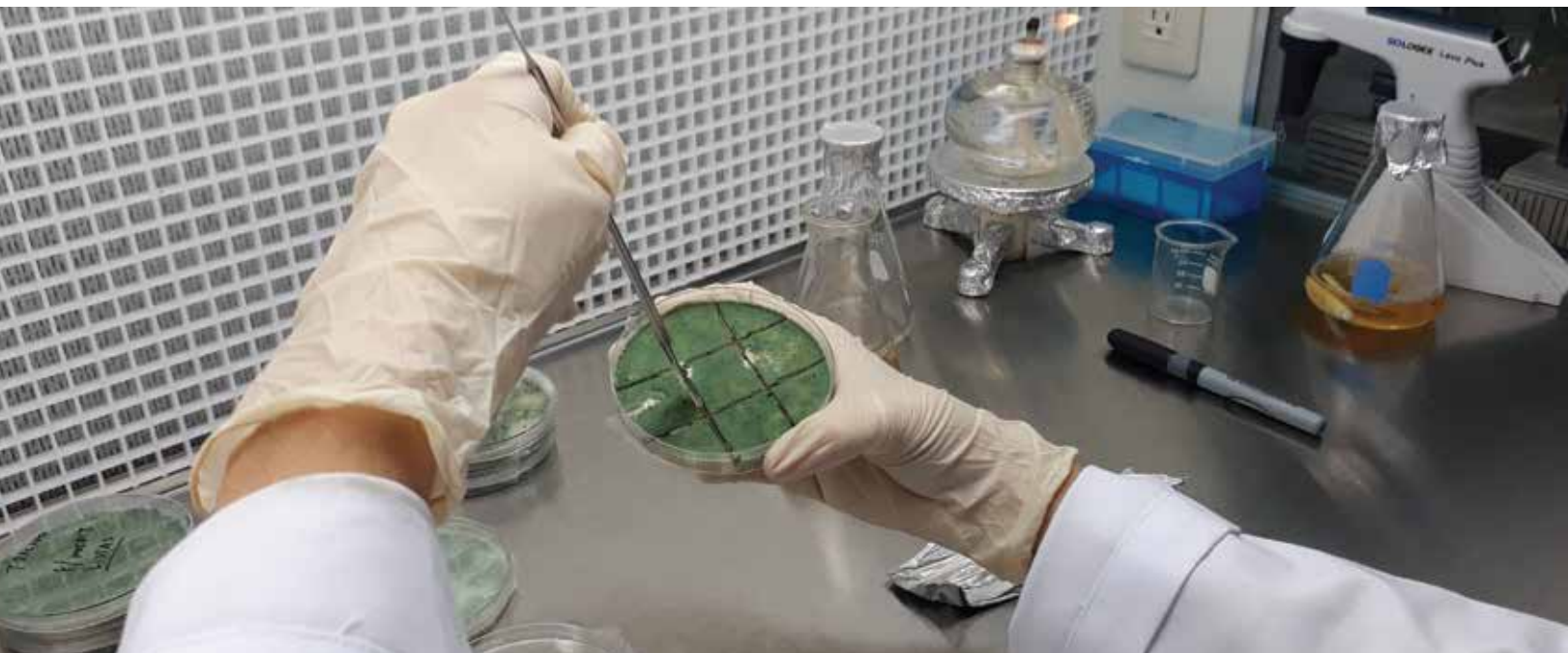


Ninfa de salivazo
(*Aeneolamia postica* parasitada
por *Metarhizium anisopliae*)

para el control de la mosca prieta de los cítricos, *Aleurocanthus woglumi*, anotando que este parasitoide fue importado de Cuba por él mismo, con la ayuda del Dr. Scaramuzza, funcionario de la oficina de Sanidad Vegetal de esa isla. Señala además el entomólogo Hernández, que entre 1933 y 1936 se importó desde los Estados Unidos de Norteamérica la avispa *Aphelinus mali* Haldeman para el combate del pulgón lanígero del manzano, *Eriosoma lanigerum* Hausmann, lo cual fue un rotundo éxito.

Entre el final de la década de los años 60's e inicio de los años 70's, el entomólogo Hernández Ramírez menciona y puntualiza la ocurrencia de cuatro hechos importantes:

- 1) La importación, crianza y exitosa liberación del depredador Coccinélido *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, para realizar el combate de varias plagas importantes del café como la cochinilla (*Planococcus citri* Risso), el minador de la hoja (*Leucoptera co-*



Producción de *Trichoderma* sp

SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

ffeella Guérin-Meneville) y la arañita roja del cafeto (*Oligonychus yothersi* Mc Gregor), las cuales se presentaron e incrementaron su impacto luego de acontecida la actividad del Volcán Irazú (3.432 msnm) entre los años 1963 y 1965.

- 2) La introducción de diferentes parasitoides (*Diachasmimorpha longicaudata* (*Opius longicaudatus*) y *Aceratoneuromyia indica* (*Synthomosphyrum indicum*) para conducir el combate de la temible mosca de las frutas o del mediterráneo, *Ceratitidis capitata* Weidemann, identificada inicialmente por el calificado acarólogo y nematólogo, Dr. Luis Ángel Salas Fonseca, en marzo del año 1955 en Santa Ana y Hatillo (Morales, 2001).
- 3) La cría de los parasitoides *Biosteres longicaudatus* Ashmead, *B. concolor* Szepliget, *Aceratoneuromyia indica* Silvestri y *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani, para el

combate de *C. capitata*, trabajos que fueron apoyados a partir de 1973 por el Dr. Edgar Dresmer (USAID). Este programa según Hernández, fue soportado en su gestión por el MAG y el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), con la participación de renombrados entomólogos de la época como fueron el M.Sc. Evaristo Morales Morales y los ingenieros Agrónomos Isaac Solís Molina y Tulio González Araya (DGIA, 1978).

Gracias al éxito alcanzado por algunos de los parasitoides evaluados, el proyecto se amplió a otros cultivos como el mango, la papaya, los cítricos y la guayaba; además, se dirigió a otros insectos plaga como la mosca de la fruta, *Anastrepha* sp. Estos programas fueron finalmente dirigidos por Hernández hasta el año 1986.

- 4) La importación del parasitoide de huevos, *Trichogramma minutum* Riley desde California (EUA), para el combate de diferentes plagas de lepidópteros del algodón como *Heliothis* spp. y *Alabama argillacea* Hübner, permitió reducir significativamente el número de ciclos de aplicación de insecticida de 14 a 6, lo que significó un logro relevante y muy revelador en todos los órdenes.



Áfido amarillo (*Siphia flava* Forbes 1884), parasitado por *Lecanicillium lecani*



Control biológico en caña de azúcar

Los trabajos pioneros desarrollados en materia de control biológico de la caña de azúcar (*Saccharum* spp.), cultivo en el cual el adelanto y logros alcanzados a la fecha han sido muy pertinentes, ejemplares e incuestionablemente muy exitosos, se gestaron en la década de los años 60's, gracias a los trabajos realizados por el Ing. Agr. Joaquín Fernández Oreamuno, funcionario del Departamento de Agronomía del MAG. El Ing. Fernández trabajo inicialmente en la identificación de las especies del taladrador del tallo (*Diatraea* spp.), las cuales eran hasta entonces desconocidas en el país; así como también valoró su distribución, intensidad de afectación, enemigos naturales y plantas hospederas, entre otros asuntos que sirvieron de base para fundamentar lo que sería posteriormente el control biológico. Asegura Chaves (2001), que esos estudios pioneros demostraron que la tecnología e investigación del cultivo debían diversificarse, y no concentrarse apenas en asuntos de carácter genético vinculados con las variedades de caña, como ocurría en ese entonces. Dicho investigador utilizó posteriormente la mosca tachinida, *Billaea* (*Paratheresia*) *claripalpis* van der Wulp, para realizar el combate del taladrador común del tallo, *Diatraea* spp. Según Hernández, sin fecha, la liberación de millones de estas moscas en el área

de San Rafael de Ojo de Agua, Alajuela, resultaron en un decrecimiento significativo en la infestación del taladrador, pasando del 49,3% al 20,4%. Al respecto, aclara Chaves Solera, que esa importante labor de control aconteció en plantaciones de caña pertenecientes al Ingenio Ojo de Agua.

A inicios de la década de los años 80's, gracias al acuerdo técnico que en 1984 se convirtió en Convenio Cooperativo suscrito entre el MAG y la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA), se generó y promovió una importante investigación sobre el combate biológico de plagas de la caña de azúcar, lo cual derivó en la creación en junio del año 1982, de la **Dirección de Investigación y Extensión de Caña de Azúcar (DIECA)**, Departamento Técnico-Científico de LAICA (Chaves 1997, 2001, 2015a, 2017bc). Con ello dio inicio, entre otros, el programa de producción y liberación masiva del parasitoide braconido *Cotesia* (*Apanteles*) *flavipes* Cameron (Hernández, sin fecha; Chaves, 2001, 2017b). Este hecho marcó en Costa Rica el primer paso hacia la implementación intensiva y extensiva del control biológico a nivel comercial. Los trabajos pioneros y básicos que fundamentaron este acontecimiento fueron realizados por Ingenieros del MAG como Joaquín Fernández Oreamuno,

SECCIÓN NOTAS TÉCNICAS

Isaac Solís Molina y Franklin Aguilar Quirós, orientados correctamente por el Ing. Agr. Carlos “Momo” Ramírez Rodríguez.

Posteriormente se realizaron los primeros estudios con agentes biológicos empleando hongos entomopatógenos de los géneros *Metarhizium* spp., *Beauveria bassiana* y otros como *Mucor* sp. y *Nectria* sp. (Chaves Solera, 2001; Morales, 2001).

De manera simultánea, a mediados de la década de los años 80's, el Ing. Agr. Juan Hernández Ramírez desarrollaba estrategias biológicas para operar el combate de la “baba de culebra” (géneros *Prosapia*, *Aeneolamia* y *Zulia*), mediante el uso de hongos entomopatógenos como *Fusarium camptoceras* y posteriormente, *Metarhizium anisopliae* (Hernández, 1991; COOPEMONTTECILLOS, 1992).

En el cultivo de la caña de azúcar, los estragos y pérdidas agroindustriales y económicas provocadas por este insecto, al cual se le denominó por su aspecto “salivazo”, principalmente en la Zona Norte del país (cantón de San Carlos) durante el segundo quinquenio de la década de los 80's; así como las exitosas experiencias obtenidas por PLANALZUCAR en Brasil con el empleo de la Cepa PL-43 del hongo *M. anisopliae*, sirvieron de base para que DIECA iniciara de manera incipiente aunque decidida en el año 1989, el programa de investigación, validación y reproducción masiva de este microorganismo, el cual en poco tiempo se consolidó como instrumento de control y operó con gran empuje.

Asegura Chaves (2001) que:

“La entomología del cultivo fue también estudiada por otros destacados ingenieros agrónomos Evaristo Morales Morales M.Sc., Ovidio Vargas Picado e Isaac Solís Molina, quienes identificaron, cuantificaron y valoraron la naturaleza del ataque, sus consecuencias y posibles opciones de combate, las cuales se limitaban en ese entonces al control químico y cultural. El aporte de estos profesionales constituyó la base de lo que en el futuro sería el control biológico e integrado de las plagas”.

El éxito obtenido y el interés cada vez mayor

de los productores e industriales de la caña de azúcar, conjugados con la necesidad de registrar los productos biológicos, llevaron en 1996 a DIECA a registrar comercialmente los tres primeros productos biológicos: COTEDIECA (*Cotesia flavipes*), METADIECA (*Metarhizium anisopliae*) y BEAUVEDIECA (*Beauveria bassiana*). A la fecha, los programas de control biológico desarrollados por DIECA han evolucionado y se han hecho sistemáticamente más eficientes, logrando mantener niveles de control del taladrador entre el 40 y 50% y, del salivazo, entre el 60 y 70%.

Además, la oferta de servicios se ha ampliado a otras plagas de importancia como el picudo rayado, *Metamasius hemipterus sericeus* Olivier, la cigarrita antillana, *Saccharosydne saccharivora* Westwood y la chinche de encaje, *Leptodyctia tabida* Herrich-Schaeffer, entre otras. Esta mayor eficiencia ha permitido además que DIECA venda y exporte sus productos biológicos a México y toda el área Centroamericana, recuperando recursos económicos sanos para fortalecer los ingresos sectoriales (Chaves, 2016). En torno al desarrollo y rápida evolución observada en el manejo de las plagas en el cultivo de la caña de azúcar bajo criterios no convencionales, señala Chaves (2017b) que:



Cotesia flavipes Cameron



Picudo rayado (*Metamasius hemipterus* L.) parasitada por *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*



Ninfa de salivazo (*Aeneolamia postica*) parasitada por *Metarhizium anisopliae*

“En la misma coyuntura y con el apoyo de técnicos, productores e industriales quienes con una mezcla de criterio ambientalista, visión empresarial, convicción en el tema tecnológico y persuadidos en la necesidad de buscar vías no convencionales y tradicionales al combate de las plagas, que en abundancia atacaban nuestras plantaciones, promueven y favorecen en LAICA la creación del Programa de Manejo y Control de Plagas con clara orientación al empleo de agentes biológicos en sustitución y complemento de los consolidados y riesgosos agroquímicos.

La concepción e implementación de esta renovadora estrategia de control, condujo a la apertura de dos innovadores programas de producción de controladores biológicos: a) Parasitoides: empleando avispas de *Cotesia flavipes* (1984), un importante controlador natural del barrenador común del tallo de la caña, *Diatraea* spp. y, complementariamente, b) Hongos Entomopatógenos (1989) de las especies *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*, con los cuales se combaten importantes plagas insectiles del cultivo, como son: el salivazo (*Aeneolamia* spp.,

Prosapia spp.; *Zulia* sp.), la cigarrita antillana (*Saccharosydne saccharivora*), el picudo rayado (*Metamasius hemipterus*) y la chinche de encaje (*Leptodyctia tabida*), entre otras de igual cuidado. No hay duda en reconocer que el cultivo de la caña de azúcar es por su naturaleza, disposición biomásica y amplia distribución geográfica muy apetecida y procurada por las plagas, motivo por el cual sufre con este factor biótico (Chaves 2017).

Adicional y complementariamente, se desarrollaron en DIECA estudios que demostraron el alto potencial y efectividad de esos agentes para realizar el control de otras plagas de la caña y otros cultivos agrícolas importantes, como son: café, pasturas, musáceas, palmáceas, piña, hortalizas, helechos, cítricos y forestales. La lista con potencial efectivo de control incluye a los jobotos (*Phyllophaga* spp.), barrenadores (*Telchin* spp., *Elasmopalpus lignosellus*), cortadores-defoliadores (*Mocis latipes*, *Spodoptera* spp., *Schistocerca* sp.), cochinillas (*Saccharicoccus sacchari*) y vectores áfidos de enfermedades virales (*Rhopalosiphum* sp. y *Melanaphis sacchari*), la broca del café (*Hypothenemus hampei*),

el barrenador de la piña (*Tecla basiliades*), el picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) y los thrips, entre otras.

Este interesante potencial comercial se ha aprovechado y desarrollado con los años, logrando establecer y consolidar un amplio mercado de alcance y cobertura nacional e internacional que le ha generado una importante y nada despreciable captación de recursos económicos sanos al sector, que ingresan a las arcas de LAICA (no de DIECA) para beneficio de todo el sector azucarero nacional (Chaves 2016, 2017)".

Durante los últimos 38 años de gestión institucional de DIECA (1982-2020) como órgano tecnológico oficial de la agroindustria azucarera costarricense, no puede desconocerse el importante aporte y contribución que con su esfuerzo personal y capacidad profesional le han brindado muchos calificados profesionales a la causa del control biológico de plagas de la caña, entre los que destacan los ingenieros agrónomos Francisco Badilla Fernández, Carlos E. Sáenz Acosta, Ana I. Solís Alfaro, María Isabel Chan Wong, Jose D. Salazar Blanco y Alejandro Rodríguez Morales.



Joboto *Phyllophaga* sp
parasitado por *Beauveria bassiana*

Actualmente mucha labor investigativa y de servicio técnico se realiza por parte de DIECA en el campo de la fitosanidad de las plantaciones de caña de azúcar ubicadas en todo el país, las cuales en consideración a la significativa variabilidad y heterogeneidad natural que presentan los diferentes entornos donde se desarrolla la producción en lo concerniente a clima, suelos, estructuras de tenencia de la tierra, inversión en tecnología, variedades sembradas, manejo de plantaciones, entre otros, provoca que las estrategias de control empleadas sean muy diversas en contenido, operación y efectividad. La variabilidad y la inestabilidad ambiental son normas prevalecientes, lo que obliga a implementar medidas y acciones específicas para lograr efectos fitosanitarios diferenciados y satisfactorios, lo cual se ha logrado con creces, como puede comprobarse con la estabilidad que la agroindustria mantiene actualmente en esta materia (Chaves 2019abde; DIECA 2017, 2018, 2019; Salazar 2017; Salazar et al 2017).

En relación con este tópico, vale señalar que en la actualidad el control de plagas del cultivo de la caña se realiza mayoritariamente en Costa Rica mediante el empleo integrado de diferentes estrategias no degradantes ni contaminantes, como son:

- Uso de parasitoides (*Cotesia flavipes*)
- Uso de hongos entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*)
- Empleo de feromonas
- Control etológico
- Desarrollo e implementación de Sistemas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) dentro de los planes de Manejo Integrado de Cultivo (MIC)

Importante agregar que la posible utilización de plaguicidas químicos no está exenta ni limitada dentro de las estrategias y medidas de control de plagas empleadas por el sector azucarero; siendo su uso sin embargo muy específico, dirigido a casos muy particulares y excepcionales plenamente razonados y justificados, como acontece cuando es necesario bajar la población y el nivel de plaga en situaciones donde el ataque es muy elevado.



Producción de *Metarhizium anisopliae* y *Beauveria bassiana*



Producción de *Beauveria bassiana* Viul. Bals.

Biología aplicada a la caña de azúcar: posibilidades futuras

Pretender visualizar el futuro siempre resulta por naturaleza preocupante e incierto, lo cual sin embargo, en materia tecnológica la perspectiva cambia y es diferente virtud de que muchas de las opciones con potencial y posibilidad real de poder desarrollarse son perfectamente previsibles en su ejecución.

En el caso particular de la caña de azúcar en Costa Rica, las posibilidades de acción investigativa y de aplicación que ofrece el campo biotecnológico y sobre todo microbiológico son muy amplias, como lo señala Chaves (2017c).

Sobre esta perspectiva, Rodríguez (2018) identifica y propone con gran visión, gestionar sobre una gran cantidad de áreas potenciales de gestión tecnológica en el campo productivo y fitosanitario, basadas en el uso de hongos, bacterias y nematodos, que pueden ser perfectamente desarrolladas por parte de la agroindustria azucarera nacional; primeramente

en el área de la investigación para pasar posteriormente a la praxis del campo productivo.

Al respecto, Chaves (2019e) realizó un extracto resumido de las mismas, las cuales se exponen en el Cuadro 1. A esas áreas temáticas potenciales deben agregarse las bacterias fijadoras de nitrógeno, como un mecanismo biológico para elevar la productividad agroindustrial reduciendo y complementando el uso de agroquímicos, en este caso fertilizantes de efecto ambientalmente cuestionable (Chaves 2018). En caña de azúcar se han reportado endófitos de los géneros *Gluconacetobacter*, *Azospirillum*, *Herbaspirillum* y más recientemente los géneros *Pantoea* y *Azotobacter*. Sobre la bacteria *Acetobacter diazotrophicus* renombrada recientemente como *Gluconacetobacter diazotrophicus*, se tienen grandes expectativas virtud de los excelentes resultados que se vienen obteniendo a nivel mundial; lo que sugiere que la investigación biotecnológica se oriente también en esa dirección.

Cuadro 1.

Agentes biológicos con potencial de uso en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.

Agente	Naturaleza	Posible aplicación
<i>Trichoderma</i> spp.	Hongo de la clase hyphomycete	Distintas especies del género <i>Trichoderma</i> (<i>T. asperellum</i> , <i>T. viridae</i> , <i>T. koningii</i> , <i>T. atriviridae</i>) poseen diferentes tipos de actividad biológica al colonizar la rizósfera de las plantas e incluso, crecer endífitamente. Por lo general, a <i>Trichoderma</i> se le atribuye su antagonismo hacia hongos fitopatógenos (controla enfermedades fúngicas), promoción de crecimiento vegetativo, promoción de resistencia sistémica inducida, efecto antiestrés, combate de nemátodos. Sus aplicaciones en el cultivo de la caña de azúcar estarían enfocadas en la inoculación de material de siembra a nivel de vivero (principalmente para el establecimiento de viveros primarios), ya sean yemas o vitroplantas; esto por cuanto se ha demostrado que esta práctica aumenta el ritmo de crecimiento vegetativo y reduce la muerte de plántulas; además, las plántulas una vez sembradas en campo, se defienden mejor de los patógenos y de eventos de estrés. La semilla comercial puede ser curada con el hongo, evitando así su pudrición y problemas fitopatológicos. En plantación establecida, podría aplicarse en hongo en drench, buscando complementar los programas de nutrición enfocados en reducir los volúmenes de fertilizantes sintéticos. Esta práctica sería mucho más eficaz si el hongo se aplica utilizando el riego por goteo.
<i>Paecilomyces lilacinus</i>	Hongo de la clase hyphomycete	Este hongo se especializa en parasitar huevos de nemátodos e insectos, pero se ha desarrollado más como agente de control biológico de nemátodos fitoparásitos como <i>Meloidogyne</i> spp, <i>Heterodera</i> sp y <i>Globodera</i> sp. En caña de azúcar tiene potencial para el combate del nemátodo agallador.
<i>Lecanicillium lecanii</i>	Hongo de la clase hyphomycete	Este hongo controla una gran variedad de insectos, principalmente de los órdenes hemiptera (chupadores como áfidos, cochinillas, escamas, chinches) y díptera (mosca blanca). En caña de azúcar es sumamente virulento hacia áfidos como <i>Sipha flava</i> ; sin embargo, las cepas aisladas no se reproducen bien aplicando la tecnología que se utilizar para hongos como <i>B. bassiana</i> , <i>M. anisopliae</i> , <i>P. lilacinus</i> o <i>Trichoderma</i> spp. En DIECA se ha evaluado su producción en medios líquidos y ha resultado muy positiva.
<i>Bacillus thuringiensis</i>	Bacteria Gram positiva del orden baciliales, phylo Firmicutes	Es el agente de control biológico de insectos más ampliamente investigado y utilizado en la agricultura. En caña de azúcar podría tener mucho impacto en el control de lepidópteros como el barrenador común del tallo (<i>Diatraea</i> spp), barrenador gigante (<i>Telchin</i> sp), cogollero (<i>Spodoptera</i> spp). La bacteria produce esporas de resistencia lo que le da la capacidad de permanecer en el dosel de la planta de caña de azúcar, a la espera de infectar a las pequeñas larvas de <i>Diatraea</i> spp que buscan penetrar el tallo.
<i>Bacillus popilliae</i>	Bacteria Gram positiva del orden baciliales, phylo Firmicutes	Produce la enfermedad de la "espora lechosa" en decenas de especies de coleópteros de la familia Scarabaeidae, por lo que su potencial en caña de azúcar se centra en el combate de jobotos (<i>Phyllophaga</i> spp), para lo cual aún no se cuenta con un agente de control biológico eficaz.

Agente	Naturaleza	Posible aplicación
<i>Stenernema</i> sp., <i>Heterorhabditis</i> sp.	Nematodos entomopatógenos del orden Rhabditida	Son nemátodos bacteriófagos de vida libre, que en su estado juvenil infectan a cientos de especies de insectos que afectan la raíz y parte aérea de muchos cultivos. Una vez dentro del insecto, los nemátodos liberan una bacteria que se reproduce en la hemolinfa y producen toxinas que matan al insecto en 72 horas promedio. Su principal potencial de uso en la caña de azúcar es para controlar plagas del suelo, especialmente a los jobotos, pero su uso puede extenderse prácticamente a cualquier insecto dada su capacidad de búsqueda y variedad de especies.
<i>Azospirillum</i> spp., <i>Azotobacter</i> spp., <i>Herbaspirillum</i> sp.	Bacterias microaerofílicas de vida libre, pertenece al grupo de las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPRB, por sus siglas en inglés)	Estas bacterias son fijadoras de Nitrógeno a nivel del sistema radicular de las plantas. En caña de azúcar ha sido muy estudiadas y actualmente se utilizan como biofertilizantes, pudiendo fijar hasta 100 kg de Nitrógeno/ha/año. En caña de azúcar su inoculación a nivel de vivero, ha sido muy eficaz para colonizar la raíz y brindarle a las plántulas una vez que se siembran en campo, una mayor capacidad para obtener Nitrógeno (esta técnica es conocida como biopriming o biohardening). Su uso como biofertilizante a nivel comercial en plantíos de caña de azúcar ha sido exitoso en países como México, Colombia, Brasil y Cuba, permitiendo la reducción de la cantidad de abono nitrogenado de síntesis química que se utiliza normalmente, entre el 33 y 50%, incluso más. La reducción de la aplicación de fertilizantes nitrogenados permite reducir la emisión de gases con efecto invernadero (N ₂ O), mitigar la contaminación de cuerpos de agua superficiales y subsuperficiales con nitratos; además, reducir la emisión de CO ₂ y otros GEI por el consumo de combustibles fósiles que se ocupan en la producción de los fertilizantes.
<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Pseudomonas</i> spp.	Bacteria Gram negativa de la familia Pseudomonaceae, pertenece al grupo de las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPRB, por sus siglas en inglés)	Se ha demostrado la capacidad de <i>P. fluorescens</i> para eliminar patógenos fúngicos y bacterianos presentes en el suelo y estimular el crecimiento de la raíz. Entre los mecanismos de acción que utiliza se citan: la competencia por espacio y nutrientes; la síntesis de compuestos inhibitorios como sideróforos, antibióticos, enzimas líticas y detoxificadoras; además, la inducción de resistencia sistémica. Esta bacteria tiene además la capacidad de alterar el pH en la zona rizosférica y solubilizar fosfatos para poner a este elemento, disponible para las plantas. En caña de azúcar esta bacteria tendría mucho potencial para inocular vitroplantas (biopriming), de tal forma que este material tenga mayor potencial de nutrirse con fósforo. Igualmente en finca, la aplicación de esta bacteria estimula el crecimiento al utilizarse como complemento en los programas de nutrición.
<i>Bacillus</i> spp.	Bacteria Gram positiva del orden baciliales, phylo Firmicutes, pertenece al grupo de las rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal (PGPRB, por sus siglas en inglés)	<i>Bacillus</i> sp es un género muy amplio de bacterias que como se mencionó, clásicamente se le ha achacado su potencial para controlar plagas de insectos (<i>B. thuringiensis</i>); sin embargo, especies como <i>B. pumilus</i> , <i>B. subtilis</i> reportan una gran capacidad para controlar patógenos, encontrándose productos a base de estas bacterias en el mercado (BAYER: Sonata y Serenade, respectivamente). <i>Bacillus</i> estimula crecimiento a través de diferentes mecanismos como producción de fitohormonas, solubilización de elementos químicos y fijación de Nitrógeno, entre otros. Al igual que se indicó para las bacterias promotoras de crecimiento (<i>Azospirillum</i> , <i>Pseudomonas</i>), su utilización en caña de azúcar se enfocaría en inocular material de siembra y en aplicaciones comerciales para complementar la nutrición.

Fuente: Rodríguez (2018); Chaves (2019e).

Otras acciones institucionales en varios cultivos

En el ámbito hortícola, el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) opera en la década de los 90's, un proyecto para desarrollar alternativas biológicas en diferentes cultivos de la Zona Norte de Cartago.

Para ello crea el Centro Nacional Especializado de Agricultura Orgánica (CNEAO), mediante el cual desarrolla programas de capacitación para la producción de hongos entomopatógenos (*B. bassiana*, *Paecilomyces lilacinus*), hongos Actinomicetes y bacterias antagónicas a fitopatógenos, como *Trichoderma* spp., *Streptomyces* sp. y *Bacillus* spp. Los mejores resultados y avances del Centro se han obtenido mediante la aplicación del hongo *Trichoderma* spp., como controlador de enfermedades ocasionadas por hongos del suelo (*Sclerotium* sp., *Botrytis* sp. y *Phytophthora* sp., entre otros).

El INA ha desarrollado también una intensa labor de capacitación para que muchos productores aprendan y se adiestren en la técnica de reproducir y aplicar correctamente hongos antagonistas y entomopatógenos.

El cultivo del banano desde la creación en 1979 del Departamento de Investigaciones de la Corporación Bananera Nacional - CORBANA (hoy Dirección de Investigaciones), ha venido investigando sobre nuevas estrategias para realizar el combate de plagas y enfermedades en

el cultivo, dentro de las cuales el control biológico es una de ellas (ASBANA, actual CORBANA, 1982).

Gracias al apoyo de los productores bananeros, en el año 2008 se inaugura el Centro de Control Biológico y Biología Molecular en La Rita de Guápiles, con el objetivo de desarrollar investigación en el tema, que contribuya a reducir el uso de plaguicidas en el cultivo.

Actualmente el Centro produce cerca de 32 diferentes microorganismos y mantiene pies de cría de diferentes insectos, con el objeto de suplir las necesidades de los diferentes proyectos de investigación (Rodríguez *et al* 2010). A la fecha, se ha identificado un importante potencial para el combate biológico del picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar), escamas, cochinillas, colaspis, la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet); se espera también, tener éxito en el combate del nematodo barrenador (*Radopholus similis* Cobb.).

Por otra parte, con la llegada a Costa Rica de la broca del café (*Hypothenemus hampei* Ferrari) en diciembre del año 2000, el Instituto del Café (ICAFFE) estableció a inicios del segundo milenio, un programa institucional para promover el manejo integrado del insecto, el cual incluyó la importación masiva e intentos de crianza de tres parasitoides: *Cephalonomia stephanoderis* Betrem, *Prorops nasuta* (Bethyillidae) y *Phymastichus co-*



Coccinélido
(*Cryptolaemus montruzieri*)
(Mulsant 1853)
depredando a la cochinita
del banano (*Pseudococcus
elisae* Borchsenius)



Termita (*Heterotermes* sp) parasitada por *Beauveria bassiana*

ffea La Salle (Eulophidae); asimismo, el ICAFFE ha incorporado la producción y aplicación del hongo *B. bassiana*, con algún nivel de éxito.

En la actualidad son varias las empresas de carácter privado que implementan programas institucionales de producción de controladores biológicos para realizar por vías no tóxicas y degradantes, el combate de plagas y enfermedades en cultivos como los cítricos, melón, palmito, palma aceitera, piña y diferentes plantas ornamentales. Adicionalmente, existen varias "biofábricas" privadas con bajo a mediano nivel tecnológico, que elaboran productos biológicos y los comercializan en el país con muy variable calidad; tema que obligada e imperativamente debe revisarse y fiscalizarse por parte de los órganos competentes del Estado, en defensa de los usuarios y la iniciativa tecnológica.

La verdad poco o nada hace actualmente el Estado en esta materia tan importante.

Según datos de la Agencia Alemana de Cooperación Agrícola (2002), la oferta de controladores biológicos a nivel mundial representa entre el 1 y 2% de la oferta de plaguicidas sintéticos.

En Costa Rica, en los últimos 10 años el uso del control biológico se ha incrementado de manera muy significativa; sin embargo, existen tres limitantes importantes que impiden alcanzar un mayor desarrollo tecnológico y un mayor uso en la producción agropecuaria, como son: 1) la dificultad para registrar productos nacionales, 2) la pobre participación y apoyo del Estado en cuanto al fomento y promoción de esta alternativa tecnológica y 3) la baja calidad de los productos disponibles en el mercado.

Conclusión

Es definitivo que el mundo cambia rápidamente y con ello las dinámicas condiciones del mercado en cuanto a los gustos y preferencias de la demanda, lo cual obliga inexorablemente, a modificar la condición y calidad de los productos transados y solicitados por los cada vez más exigentes consumidores.

Esta realidad comercial se traslada imperativamente al sistema agro productivo como fuente de origen de los mismos, razón por la cual los ajustes, mejoras y adecuaciones resultan categóricamente obligados.

Como señalaran Chaves y Bermúdez en 1999:

“La apertura de las economías operadas a través de la eliminación de los proteccionismos estatales, el fomento al libre comercio y la promoción de la integración económica; así como el fuerte impulso que se proporciona a las exportaciones, son elementos esenciales del nuevo modelo de desarrollo vigente actualmente. Este nuevo paradigma es valedero tanto para las naciones desarrolladas como para las que se encuentran en proceso de ser calificadas y admitidas en ese grupo selecto; lo cual se realiza con diferentes grados de éxito y dinamismo. El factor central de éxito de esas estrategias se ha ubicado y lo representa la competitividad de los sectores productivos y económicos, elemento que de acuerdo con la opinión de los conocedores, les permitirá subsistir, crecer y posicionarse frente a la fuerte competencia de productos incorporados en los mercados nacionales, por un lado, y frente a la competencia internacional en los mercados de exportación, por el otro”.

Las preocupaciones por el ambiente, la contaminación, la asepsia y la calidad como concepto integral de los productos mercadeados y dispuestos al consumo, son realidades y exigencias comerciales que deben ser satisfechas a cabalidad; quién no lo haga, quedara fuera del mercado. En este contexto, la defensa de la ecología, la protección ambiental y el desarrollo sostenible son conceptos que están en boga en

los últimos tiempos y que se han convertido incluso en un importante valor agregado rentable para la imagen de las empresas, las instituciones y los países.

Incuestionablemente a la productividad, la rentabilidad y la competitividad se le incorpora la calidad como criterio vinculante esencial y determinante para el éxito empresarial (Chaves 2017a).

La preocupación por el ambiente y la ecología han cuestionado severamente la tradicional producción agropecuaria de altos rendimientos, fundamentada en el uso intensivo de agroquímicos y recursos convencionales por considerarla no sostenible, en razón del alto potencial de contaminación que provoca cuando son empleados de manera irracional e irresponsable. Esta problemática ha requerido de la búsqueda urgente de alternativas viables y efectivas de solución, entre las cuales, como se



Cochinilla harinosa (*Saccharicoccus sacchari* Cockerell) parasitada por *Aspergillus parasiticus*



Picudo negro (*Cosmopolites sordidus* Germar 1824) parasitado por *Beauveria bassiana*.

comentó, el control biológico de plagas ofrece grandes ventajas al ajustarse plenamente a los requerimientos que impone el comercio actual.

En esta coyuntura, la forma de actuar del agricultor con su entorno productivo debe conducirlo por su propio bienestar, a implementar prácticas que sean compatibles y amigables con el ambiente y la conservación de los recursos naturales, los cuales paradójicamente son indispensables para la supervivencia de toda la especie. El agricultor debe ser ineludiblemente en los tiempos actuales, como señalara Chaves (2017d), el “gestor y protagonista de su propio desarrollo.” No resultan por tanto aceptables ni de recibo, justificaciones ni razones que promuevan y favorezcan por desconocimiento, impericia, pereza o desinterés la pérdida de potenciales agroindustriales (Chaves 2015b).

Es necesario sin embargo, desarrollar programas fuertes y ambiciosos de investigación, capacitación y adiestramiento en estas materias, donde el cambio hacia una mayor conciencia ambiental resulta obligado y muy pertinente, favoreciendo que el agricultor y el empresario sean capaces de asumir y responder por la inmensa responsabilidad que tienen frente a la conservación del patrimonio natural, y en general del entorno que habitamos.

No hay duda que la educación ambiental ha venido a revolucionar el pensamiento y los

sistemas de producción agropecuaria; sin embargo, no basta con apenas enseñar a las personas, sino que es necesario asegurar que lo aprendido se lleve a la práctica diaria, resolviendo problemas de campo con los mecanismos biológicos y naturales que actualmente se dispone y que como está demostrado, son efectivos para el objetivo procurado.

No hay duda que el mercado de los biocontroladores tiene un gran futuro en lo tecnológico y lo comercial, realidad que sugiere y potencia no mirar la opción biológica apenas como una alternativa técnica, sino también como un interesante mercado comercial de oportunidad, en el cual Costa Rica y el sector azucarero nacional poseen ventajas notorias virtud del trabajo desarrollado, que les ha permitido consolidar procesos y productos de muy alta calidad.

El mérito alcanzado por la agroindustria azucarera costarricense en este tópico es muy grande, como lo demuestra lo aseverado por PROCOMER, al señalar que “en productos de origen costarricense solamente se dispone del registro de los productos de la Liga Agrícola Industrial de la Caña (LAICA), para *Beauveria bassiana* con la marca comercial Beauve DIECA, y *Metarhizium anisopliae* con la marca comercial Meta DIECA WP.”



Salivazo (*Aeneolamia postica* Walker) parasitado por *Metarhizium anisopliae*

Literatura consultada

- Altieri, MA; Trujillo, J; Campos, L; Klein-Koch, C; Gold, CS; Quezada, JR. 1989. *Control Biológico Clásico en América Latina en su Contexto Histórico*. Manejo Integrado de Plagas. 12: 82-107.
- ASBANA (Asociación Bananera Nacional). 1982. *Realizan pruebas de Control Biológico de Plagas del Banano*. Chan Soto, JG; González León, P. (Eds.). 6(18): 10-12. Costa Rica.
- Carballo, M; Guharay, F. 2004. *Control Biológico de Plagas Agrícolas*. 1era ed. Managua, Nicaragua, CATIE. 224 p. Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE N° 53.
- Chaves Solera, M. 1997. *Resumen del desarrollo histórico de la caña de azúcar en Costa Rica*. Memoria. Congreso de ATACORI Roberto Mayorga C. (11, 1997, San Carlos, Costa Rica). San José, ATACORI. Tomo I p: 112-121.
- Chaves Solera, M. 2008. *El control biológico de plagas como experiencia empresarial de la agroindustria azucarera costarricense*. Memoria. Taller Insumos para la Construcción de una Agenda Agrícola Ambiental (2008, San José, Costa Rica). Universidad Nacional (UNA), Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 28 p.
- Chaves Solera, MA. 2001. *Aporte de los Ingenieros Agrónomos al desarrollo del cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica*. CIAgro (Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica), Libro de Oro. Medio Siglo de Contribución al Progreso Nacional 1941-1991. San José, Costa Rica, EUNED. p: 225-244.
- Chaves Solera, MA. 2015a. *1940: inicio de la historia institucional del sector azucarero costarricense*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. 28 p.
- Chaves Solera, MA. 2015b. *1965-2015: 50 años de la creación de LAICA*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. 33 p.
- Chaves Solera, MA. 2015c. *Errores y omisiones técnico-administrativas que sacrifican productividad y cuestan dinero en la agroindustria azucarera*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. 16 p. FORMA
- Chaves Solera, MA. 2016. *Venta de productos y servicios técnicos e ingresos generados por DIECA en su gestión operativa institucional*. Revista Entre Cañeros (N° 6). p: 4-15.
- Chaves Solera, MA. 2017a. *Productividad agropecuaria: ruta correcta hacia la competitividad*. Revista Germinar 7(20): 4-5.
- Chaves Solera, MA. 2017b. *Programa de control biológico de plagas de DIECA: 33 años apoyando la sostenibilidad económica y ambiental de la agricultura cañera costarricense*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. 13 p.
- Chaves Solera, MA. 2017c. *Enfoque biotecnológico integral en DIECA: pasado, presente y futuro*. Revista Entre Cañeros (7): 5-18.
- Chaves Solera, MA. 2017d. *El agricultor: gestor y protagonista de su propio mejoramiento*. Revista Germinar 7 (21): 5-6.
- Chaves Solera, MA. 2017e. *DIECA: 35 años al servicio de la agricultura cañera costarricense*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. 29 p.
- Chaves Solera, MA. 2018. *Carga Química Activa por uso de agroquímicos en la caña de azúcar*. Revista Entre Cañeros (11): 5-18.
- Chaves Solera, MA. 2019a. *Clima y ciclo vegetativo de la caña de azúcar*. Boletín Agroclimático IMN 2019-1(7): 5-6.
- Chaves Solera, MA. 2019b. *Ambiente agro climático y producción de caña de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático IMN 2019-1(18): 5-10.
- Chaves Solera, MA. 2019c. *Resultado final de la Zafra 2018-2019: un periodo agroindustrial con grandes diferencias y contrastes*. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA. 73 p.
- Chaves Solera, MA. 2019d. *Clima, producción de caña y fabricación de azúcar en Costa Rica*. Boletín Agroclimático IMN 2019-1(19): 5-10.
- Chaves Solera, MA. 2019e. *Entornos y condiciones edafoclimáticas potenciales para la producción de caña de azúcar orgánica en Costa Rica*. Memoria digital. Seminario Internacional: Técnicas y normativas para producción, elaboración, certificación y comercialización de azúcar orgánica (1, 2019, Guanacaste, Costa Rica). San José, Costa Rica. 114 p.
- Chaves, M.; Bermúdez, A. 1999. *Por una mayor conciencia ambiental en el sector azucarero*. Memoria. Congreso de ATACORI (13, 1999, Guanacaste, Costa Rica). San José, Costa Rica. p: 274-278.
- COPEMONTENCILLOS. 1992. *Algunas estrategias para combatir la "baba de culebra"*. Revista Informativa del Comité de Educación y Bienestar Social 6(64): 20-22.
- DIECA. 2017. *Informe de Resultados Año 2016*. San José, Costa Rica. Programa de Fitosanidad. Manejo de Plagas. LAICA-DIECA. 72 p.

DIECA. 2018. Informe de Resultados Año 2017. San José, Costa Rica. Programa de Fitosanidad. Manejo de Plagas. LAICA-DIECA. 91 p.

DIECA. 2019. Informe de Resultados Año 2018. San José, Costa Rica. Programa de Fitosanidad. Manejo de Plagas. LAICA-DIECA. 86 p.

Dirección General de Investigaciones Agrícolas. 1978. *Informe de Labores Año 1977*. San José, Costa Rica. Departamento de Entomología. Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Hanson, P.; Hilje, L. 1993. *Control Biológico de Insectos*. Arboleda S., O (Ed.). Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. 40 p. Serie Técnica, Informe Técnico N° 208.

Hernández R., J. 1991. *La "baba de culebra" o "salivazo", plaga clave de los pastos en Costa Rica*. Horizonte Lechero. Cámara Nacional de Productores de Leche. Artículos Técnicos. 3(13): 25-27.
Hernández Ramírez, J. El Control Biológico en Costa Rica. Sin fecha. 7 p.

Hilje Q., L.; Cartín L., V.; March L., E. 1989. *El Combate de Plagas Agrícolas dentro del Contexto Histórico Costarricense*. Manejo Integrado de Plagas 14: 68-86.

Morales Morales, E. 2001. *La sobresaliente labor del Ingeniero Agrónomo en Fitoprotección*. CIAgro (Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica), Libro de Oro. Medio Siglo de Contribución al Progreso Nacional 1941-1991. San José, Costa Rica, EUNED. p: 157-176.

Rodríguez del Bosque L.A.; Arredondo Bernal, H.C. 2007. *Teoría y Aplicación del Control Biológico*. Sociedad Mexicana de Control Biológico. 1era ed. México. 303 p.

Rodríguez M., A.; Guillén S., C.; Uva M., V.; Segura M., R.; Laprade C., S.; Sandoval F., J. 2010. *Aspectos a considerar sobre el control biológico*. Proyecto demostrativo con implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en el cultivo del banano. San José, Costa Rica. CORBANA. Hoja Divulgativa N° 2. 3 p.

Rodríguez Morales, A. 2018. *NOTA TÉCNICA: Nuevas propuestas de investigación y desarrollo biotecnológico con microorganismos benéficos para la caña de azúcar*. Memoria Digital. Congreso Tecnológico DIECA (7, 2018, 7, San Carlos, Costa Rica). San José, Costa Rica. 26 p.

Salazar Blanco, JD. 2017. *Plagas de la caña de azúcar en Costa Rica*. Revista Entre Cañeros, 8: 63-70.

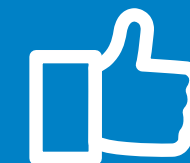
Salazar Blanco, JD.; González Acuña, JF.; Cadet Piedra, E.; Oviedo Alfaro, R.; Sáenz Acosta, CE. 2017. *Catálogo de identificación de plagas del cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica*. Grecia, Costa Rica. LAICA-DIECA 60 p.

Ulloa Leitón, E. 2017. *Oferta de biocontroladores de origen costarricense*. San José, Costa Rica. PROCOMER Costa Rica Exporta. Noviembre.

FORMA CORRECTA DE TOSER Y ESTORNUDAR



Cubra su boca y nariz con la parte superior del brazo, haciendo un sello para evitar la salida de gotitas de saliva.



O cúbrase con un pañuelo desechable.



Deposite el pañuelo en el basurero. No lo lance al medio ambiente.



Nunca se toque la cara si no se ha lavado las manos con agua y jabón.

Fuente: Ministerio de Salud





Resumen

Las arvenses acompañantes del cultivo de caña de azúcar pueden estar ejerciendo un importante papel al brindar servicios agroecosistémicos, es por ello que conocer cuales plantas se pueden observar en cada región cañera y asociar su presencia por zona fue el objetivo de esta investigación.

IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA DE ARVENSES ASOCIADAS AL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN LAS SEIS REGIONES CAÑERAS DE COSTA RICA

Ángela Soto Sáenz ¹,

Para ello se realizaron giras al campo a las diferentes regiones y se identificaron hasta nivel de especie todas las arvenses; luego se compararon las especies y familias encontradas por región, de acuerdo a su similitud por medio del índice de Jaccard, por su clasificación y de acuerdo a la vertiente. En total se identificaron 253 especies distribuidas entre 51 familias, las zonas de San Carlos y Turrialba, seguidas por Filadelfia, mostraron la mayor proporción de especies y familias. Las zonas más similares entre sí fueron Turrialba con Perez Zeledón y San Carlos, y Filadelfia con El Palmar. Al analizar las familias de importancia económica se observaron en mayor proporción Poaceae en Filadelfia. Al comparar entre monocotiledóneas y dicotiledóneas las segundas representaron un 71% de las familias identificadas y por último, la vertiente Pacífica presentó la mayor riqueza de especies. Estos resultados pueden ser utilizados para el manejo integrado de arvenses en una escala nacional y servir como base para investigaciones futuras.

Introducción

El exceso de aplicaciones químicas que se realizan en la agricultura convencional ha incrementado poco a poco la resistencia a insecticidas de varias plagas. Con respecto a esta situación y teniendo en cuenta la naturaleza de

algunas plagas de caña, Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar ha dirigido sus esfuerzos hacia el uso del combate biológico con la creación de los laboratorios de reproducción de avispa *Cotesia flavipes*; parasitoide de larvas del lepidóptero *Diatraea* spp. y la producción de hongos entomopatógenos como *Metarhizium anisopliae*, y *Beauveria bassiana*.

Entre las problemáticas que se pueden presentar en el manejo en campo de un parasitoide utilizado para el control biológico de plagas, se



¹ Estudiante de la carrera de Bachillerato y Licenciatura en Agronomía de la Universidad de Costa Rica en calidad de pasante.

encuentra la vida útil del insecto en el agroecosistema ya que al ser un organismo vivo que se desea conservar en el ambiente deben tenerse en cuenta las condiciones ambientales y su alimentación, para asegurarse su supervivencia con el fin de que realice una parasitación eficiente y que posea, además, la capacidad para reproducirse en el ambiente y asegurar un control continuo de plagas.

El uso de plantas benéficas en el agroecosistema –plantas que aportan un servicio ambiental y también agrícola- ha demostrado ser una alternativa viable para la reproducción y supervivencia tanto de insectos parasitoides y depredadores introducidos, como para la conservación de aquellos que son nativos del ecosistema (Eoche-Bosy, Outreman, Oliveira Andrade, Krespi y Baaren, 2016). Estas plantas deben poseer características específicas como: ser fuentes de alimentos suplementarios albergando huéspedes o presas alternas, o alimentos complementarios como néctar, polen y ligamaza, además de servir como vía de tránsito a través del espacio, y poseer una morfología o arquitectura que permita una modificación del microclima dentro de ella para asegurar refugio a temperaturas extremas y un ambiente para la reproducción de los individuos (Mexzon, 1997; Stapel, Cortesero, De Moraes, Tumlinson y Lewis, 1997; Denys y Tschardtke, 2002; Pfiffner y Wyss, 2004; Gardiner *et al.*, 2010).

Es importante recalcar que cada agroecosistema es diferente y puede presentar necesidades particulares de acuerdo con su geografía, por lo que se recomienda utilizar primeramente las especies nativas de cada área tomando como base su alta adaptabilidad a las condiciones climáticas y a las poblaciones de insectos benéficos que ya se encuentran acondicionados a las arvenses de la zona (Swaminathan, Singh y Nepalia, 2012) es por ello que las arvenses nativas poseen un gran potencial.

El objetivo de este estudio fue identificar taxonómicamente las arvenses acompañantes más comunes en el cultivo de caña de azúcar en las seis regiones cañeras del país con el fin de caracterizar cada región en términos de su flora arvense.

Metodología

El estudio fue realizado en nueve localidades de las seis regiones cañeras de Costa Rica, para ello se visitaron las siguientes zonas entre agosto y noviembre:

- Región de Guanacaste Este, Cañas.
- Región de Guanacaste Oeste, Ingenio CATSA y Filadelfia.
- Región Norte, Los Chiles y San Carlos.
- Región de Puntarenas, Ingenio El Palmar.
- Región del Valle Central, Grecia.
- Región Turrialba, Turrialba.
- Región Turrialba, Juan Viñas.
- Región Sur, Pérez Zeledón.

Se realizaron diferentes colectas en campo de arvenses presentes en cañales. Las muestras



Figura 1.

Prensa de malezas

recolectadas fueron preservadas por medio de prensas de malezas confeccionadas con tablillas de madera y cartón de aproximadamente 60 x 45 cm sostenidas por cuerda y ligas en sus extremos (Figura 1). Las plantas fueron colocadas una a una dentro de la prensa entre hojas de periódico que las secaron y preservaron para su posterior consulta.

Cada planta fue fotografiada *in vivo* (Anexo 1) y en seco con dos cámaras modelo Nikon Coolpix L120 y Canon SX50HS, cuidando retratar detalles de flores, tipo de hoja, tallo, pilosidades, entre otras. Luego se realizó la identificación taxonómica hasta género y especie de cada planta recolectada por medio de diferentes fuentes bibliográficas (Cárdenas, Reyes, Doll y Pardo 1972; Gómez y Rivera, 1987; Nilsson *et al.*, 2005; Rojas y Ramírez, 2013, Agüero, Chaves, Rodríguez, Alfaro y Portuguez, 2008; Aquatic Plant Central Members, 2010; Herbario CICY, 2010; Soto, 2011; Vibrans, 2012, The Plant List, 2013; Flora del Noroeste de México, 2017; Tropicos.org, 2017; COPPEETEC-UFRJ, s.f.; SEINet, s.f.).

Para el análisis de los datos se realizó la sumatoria de cada una de las especies y familias por localidad, posteriormente se procesaron y compararon los datos por localidad por medio del Coeficiente de Similitud de Jaccard; el cual permite observar la relación entre el número de especies compartidas y el total de especies exclusivas entre cada localidad, el cual responde

a la siguiente ecuación (Southwood y Henderson, 2000):

$$IJ = \frac{c}{(a+b-c)}$$

Donde a: es el número de especies presentes en la localidad A; b: es el número de especies presentes en la localidad B y c: es el número de especies presentes en ambas localidades, A y B

Adicionalmente se compararon las regiones de acuerdo con la presencia de Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae. Se clasificaron las plantas como monocotiledóneas y dicotiledóneas, y se realizó una comparación entre todas las localidades. Por último, se comparó la presencia de las familias con mayor representación según su aparición en la vertiente del Pacífico y del Caribe.

Resultados y discusión

Para realizar este estudio se analizaron un total de 3091 fotografías que representaban 12,0 GB de información. La identificación taxonómica de las plantas fotografiadas y recolectadas de las seis regiones y nueve localidades brindó un total de 253 especies distribuidas entre 51 familias. Las localidades que presentaron la mayor cantidad de especies fueron Turrialba, San Carlos y Filadelfia respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1.

Número de especies y familias identificadas por región y localidad.

Regiones	Localidad	Especies	Familias
Guanacaste	Cañas	30	10
	Filadelfia-CATSA	72	25
Norte	Los Chiles	39	15
	San Carlos	73	32
Puntarenas	El Palmar	43	21
Sur	Pérez Zeledón	43	19
Turrialba	Juan Viñas	44	21
	Turrialba	70	29
Valle Central	Grecia	56	16
Total		253	51

Fuente: Programa de Control de Calidad. Ingenio El General.



La mayoría de las localidades presentó más de 30 especies de arvenses por lugar, mientras que la cantidad de familias varió entre cada región siendo la media de 20 familias por zona (Figura

3). La riqueza de familias y especies puede responder a varios factores incluyendo las zonas de vida (Holdridge, 1982) y las condiciones climáticas o edáficas.

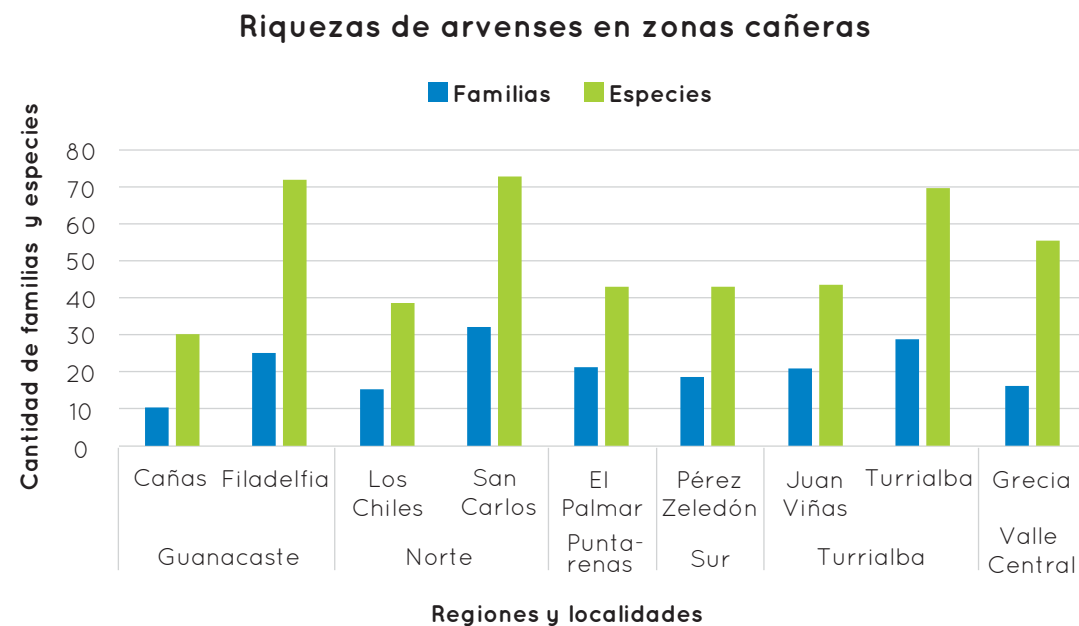


Figura 3.

Cantidad de familias y especies de arvenses identificadas en cada una de las diferentes regiones y localidades.

Al observar la cantidad de especies y familias presentes en cada zona (Figura 3) y el porcentaje que representa esa cantidad de especies y familias del total identificado (Figura 4) se evidencia una relación inversa en el porcentaje de familias totales por zona, en comparación con la cantidad de familias por zona. Condición

similar se observa con el número y porcentaje de especies por zona (Figura 3 y 4), esto quiere decir que a pesar de presentar en promedio un 18% de la riqueza de todas las especies, las mismas familias están presentes en aproximadamente 40% de todas las localidades.

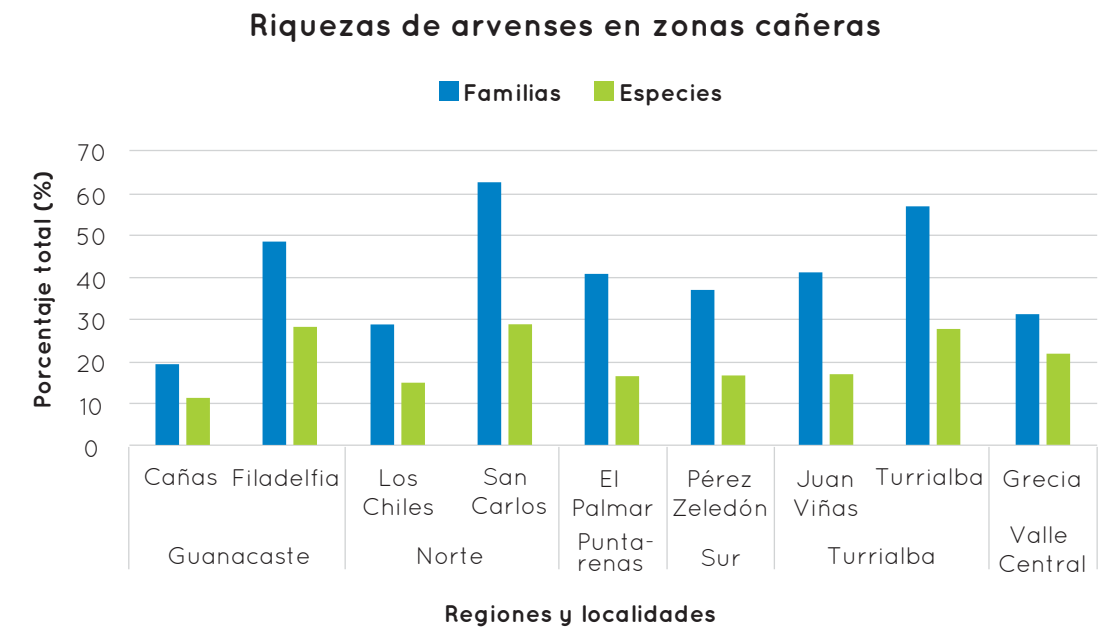


Figura 4.

Porcentaje del total de familias y especies de arvenses por cada región y localidad.

Se observó que las zonas que contaron con la mayor proporción de familias y especies del total inventariado fueron Turrialba y San Carlos, seguidas por Filadelfia (Figura 4). Esto indica que estas zonas presentaron no sólo la mayor diversidad de familias y especies si no también la mayor cantidad de familias y especies totales inventariadas para todas las regiones. Con el fin de identificar cuáles zonas se asemejan más entre ellas, se realizó el análisis correspondiente al

índice de Similitud de Jaccard, que relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas (Villarreal *et al.*, 2006). Al realizar este análisis con el número de especies entre cada una de las localidades, se obtuvo una tabla de datos en la cual cada localidad fue comparada entre sí (Cuadro 2). Con el valor por medio de este índice entre más cercano se encuentre a 1 se obtienen niveles de similitud más altos (Moreno, 2001).

Cuadro 2.

Índices de similitud de Jaccard para las distintas localidades de las seis regiones cañeras de Costa Rica. En rojo se encuentran los datos por encima del valor 0,20, mientras que los números más grandes y en negrita representan mayores similitudes.

Localidades	Cañas	Palmar	Filadelfia	Grecia	Juan Viñas	Los Chiles	Pérez Zeledón	San Carlos	Turrialba
Cañas	0	0,16	0,09	0,10	0,05	0,12	0,11	0,10	0,05
Palmar	0,16	0	0,26	0,14	0,13	0,16	0,12	0,15	0,14
Filadelfia	0,09	0,26	0	0,10	0,10	0,12	0,07	0,21	0,13
Grecia	0,10	0,14	0,10	0	0,21	0,13	0,22	0,17	0,20
Juan Viñas	0,05	0,13	0,10	0,21	0	0,11	0,16	0,14	0,24
Los Chiles	0,12	0,16	0,12	0,13	0,11	0	0,17	0,18	0,21
Pérez Zeledón	0,11	0,12	0,07	0,22	0,16	0,17	0	0,13	0,29
San Carlos	0,10	0,15	0,21	0,17	0,14	0,18	0,13	0	0,28
Turrialba	0,10	0,14	0,13	0,20	0,24	0,21	0,28	0,29	0

Como se puede observar en los resultados de este índice (Cuadro 2) ninguno de los valores obtuvo una cantidad cercana a 1, sin embargo, se pueden categorizar niveles de similitud entre localidades.

Es importante mencionar que este índice puede estar sobreestimando la similitud ya que brinda el mismo peso a todas las especies sin importar su abundancia, incluyéndose especies que no necesariamente son comunes en el área o pudiéndose no abarcar todas las especies presentes en la localidad, pudiendo existir un sesgo en los datos (Chao, Chazdon, Colwell, y Shen, 2004, Villarreal *et al.*, 2006).

Al clasificar los datos en la primera categoría se obtienen los valores más altos; por encima de 0,28, en donde se evidencia que las localidades más similares son Turrialba con Pérez Zeledón y con San Carlos, mientras que en una segunda categoría se pueden incluir los datos con valores por encima de 0,25 agregándose la similitud entre Filadelfia con el Palmar. En una tercera categoría con 0,24 como valor mínimo se pueden clasificar los mismos valores de la categoría anterior, y agregar, además a Turrialba su relación con Juan Viñas (Cuadro 2).

Luego de estas categorizaciones las áreas que son similares únicamente al 0,20 son Grecia y Los Chiles presentando los menores índices, sin embargo, aún en este parámetro se asemejan a las especies presentes en Turrialba, mientras que las plantas obtenidas en la localidad de Cañas poseen valores muy pequeños con ninguna similitud entre las otras localidades (Cuadro 2). Esta última situación puede deberse a la baja recolecta de plantas realizada en la primera gira, en la cual se identificaron únicamente 22 especies lo que representa el 9% de las especies totales identificadas en este estudio.

En los trópicos la riqueza y diversidad es dependiente de la radiación solar o el brillo incidente en cada zona (Valdés y Cano-Santana, 2005), sin embargo, distintos factores climáticos y edáficos pueden ser parte de las razones por la cual un grupo de especies se encuentran en una zona mientras que en otra zona aparece otro grupo.

De acuerdo con los regímenes de humedad del suelo de cada zona (Mata y Sandoval, 2016) se observa que las áreas de El Palmar y Filadelfia presentan un régimen ústico con precipitaciones anuales promedio entre 1700-1800 mm, así como

un piso altitudinal por debajo de los 350 msnm y radiación solar entre 16,7-18,6 Mj/m² (Chaves y Chavarría, 2013), además ambas localidades se encuentran en la zona de vida del Bosque Húmedo Premontano (Holdridge, 1928) (Cuadro 3), razón que puede explicar la similitud de plantas arvenses acompañantes del cultivo de caña de azúcar para estas regiones.

En el caso de la zona de Turrialba se encuentra la particularidad de que varias áreas se asemejan a ésta (Cuadro 2), siendo San Carlos y Pérez Zeledón las áreas con más similitudes, seguida por Juan Viñas, Grecia y Los Chiles.

Todas estas zonas presentan regímenes údicos (Mata y Sandoval, 2016), precipitaciones por encima de los 2700 mm, valores de radiación solar muy similares entre sí y temperaturas promedio entre 21,2-24,8°C (Chaves y Chavarría, 2013) a pesar de la gran variedad de pisos altitudinales (Cuadro 3).

Además, en Turrialba se identificó una de las

mayores cantidades de plantas por lo que gracias a su diversidad se podría considerar una región base para realizar próximos estudios relacionados a diversidad.

Se decidió analizar las familias de especies reportadas como problemáticas en distintos estudios en caña de azúcar en Costa Rica (Pérez *et al.*, 2014; Bolaños, 2015; Alfaro y Ocampo, 2017; Bolaños y Alfaro, s.f.) con el fin de señalar su presencia en las zonas analizadas. Según éstos Poaceae, Cyperaceae y hojas anchas (con mayor representación en este estudio por las Asteraceae) son las familias que más problemas acarrear en su control en campo.

Luego de clasificar cada área de acuerdo a estas tres familias de importancia económica se observa que las poaceas tienen una mayor representación en todas las áreas, con mayor preponderancia en Filadelfia; le siguen las zonas de Turrialba y Grecia quienes presentan proporciones similares de Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae.

Cuadro 3.

Diversas condiciones de cada una de las zonas estudiadas, entre paréntesis se encuentra el promedio (Vargas, 2011; Chaves y Chavarría, 2013; Mata y Sandoval, 2016).

Condición zona	Régimen de humedad del suelo	Temperatura promedio anual (°C)	Altitud plantaciones (msnm)	Precipitación anual (mm)	Radiación solar (MJ/m ²)	Zona de vida de Holdridge	Similitud entre zonas
Cañas	Ústico	26-28 (27,5)	5-160	1100-2600 (1700)	14-23,2 (18,6)	Bosque húmedo premontano	0,05
Palmar	Ústico	25-29 (27,0)	0-350	1100-2900 (1800)	13,5-20 (16,7)	Bosque húmedo premontano	0,14
Filadelfia	Ústico	26-28 (27,5)	5-160	1100-2600 (1700)	14-23,2 (18,6)	Bosque húmedo premontano	0,13
Grecia	Ústico	20-27 (23,3)	600-400	1450-3900 (2900)	18	Bosque húmedo premontano	0,20
Juan Viñas	Údico	18-23 (21,2)	480-1500	2500-3300 (2900)	10,6-19,1 (16,2)	Bosque pluvial montano	0,24
Los Chiles	Údico	23-27 (24,8)	40-680	1700-4300 (3200)	16	Bosque tropical húmedo	0,21
Pérez Zeledón	Údico	22-27 (24,5)	350-750	2400-4300 (2700)	-	Bosque muy húmedo premontano	0,29
San Carlos	Údico	23-27 (24,8)	40-680	1700-4300 (3200)	16	Bosque muy húmedo tropical	0,28
Turrialba	Údico	18-23 (21,2)	480-1500	2500-3300 (2900)	10,6-19,1 (16,2)	Bosque pluvial montano bajo	0

SECCIÓN ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

Es evidente también la presencia de gran cantidad de Cyperaceae en el área de Filadelfia y San Carlos (Figura 5). Esta información brinda una idea de la distribución de especies y familias

entre las distintas localidades y ayuda a dilucidar el tipo de control e importancia que se le debe dar al realizar un control de malezas en estas áreas.

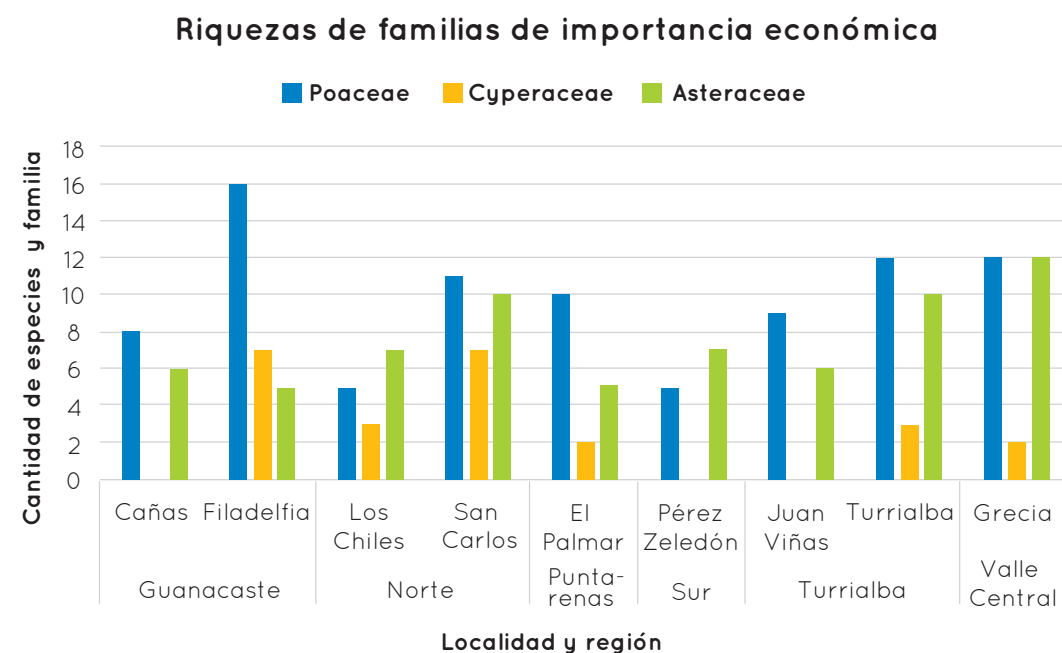


Figura 5.

Número de especies por familia en cada localidad y región distribuidas entre las familias Poaceae, Cyperaceae y Asteraceae.

Como una tercera sección se decidió comparar los datos brindados por la clasificación entre monocotiledóneas y dicotiledóneas (Figura 6).

Se observa que las dicotiledóneas fueron el grupo más importante en todas las regiones y localidades, representando el 71% de las familias identificadas, mientras que el 29% de estas familias se clasificaron como monocotiledóneas (Figura 6A). Situación similar se observa en la distribución de especies, ya que el 69% corresponde a dicotiledóneas mientras que el 31% corresponde a monocotiledóneas (Figura 6B).

Proporciones similares han sido observadas en otras latitudes y estudios (Kappelle, Omme y Juárez, 2000; Villaseñor, 2003; Yarupaitán y Albán, 2003; Toro, 2006; Ramírez *et al.*, 2014).

En las localidades de Turrialba y Grecia (Figura 6A) se presentaron los mayores porcentajes tanto de dicotiledóneas como de monocotiledóneas, sin embargo, a pesar de que las cantidades de especies también responden a la misma proporción, el porcentaje total de las especies monocotiledóneas es similar al resto de las áreas (Figura 6B), esta situación responde a la diversidad y cantidad de especies en estas localidades, con 34 especies de monocotiledóneas en Turrialba y 29 en Grecia de las 173 totales.

Este tipo de información puede ser de gran ayuda al dirigir programas de control de arvenses, brindando datos regionales que indican las áreas en las cuales es importante dirigir los esfuerzos para el control de ciertos grupos por encima de otros de menos importancia (Figura 5).

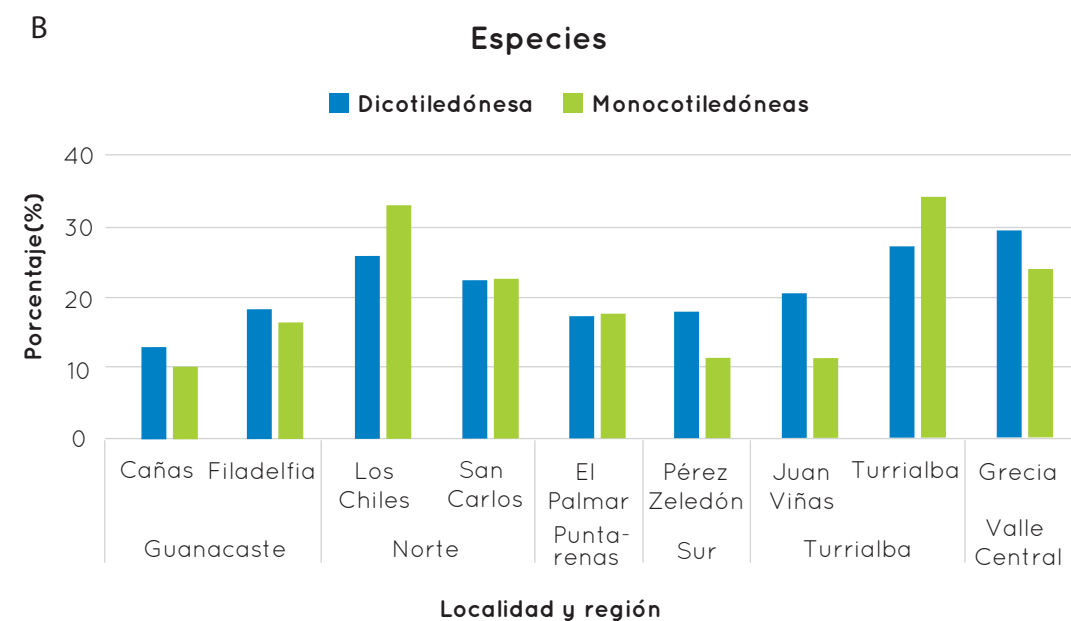
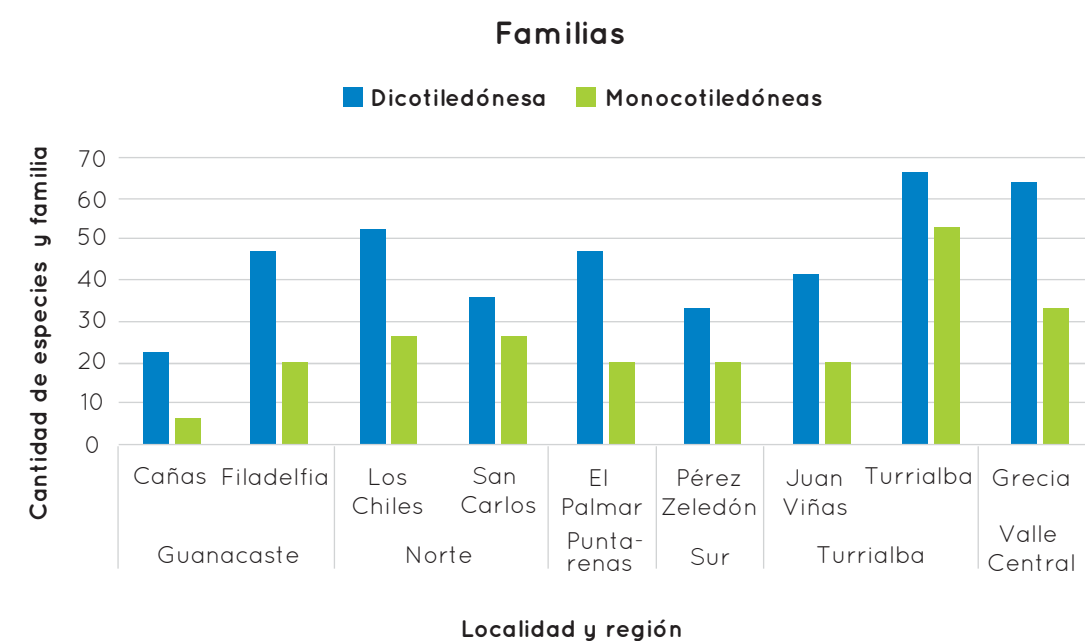


Figura 6.

Porcentaje de familias (A) y especies (B) totales de dicotiledóneas y monocotiledóneas presentes en cada una de las localidades y regiones.

SECCIÓN ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

El último análisis que se realizó para comparar los resultados obtenidos fue la distribución de la cantidad de especies por familia entre cada vertiente.

Se evidenció que la vertiente Pacífica presentó la mayor cantidad de especies por familia (Figura 7), esta situación puede ser explicada entre varias razones por la cantidad de puntos de muestreo ya que en el área Pacífica se contemplaron las localidades de Cañas, Filadelfia, Los Chiles, El Palmar, Pérez Zeledón y Grecia; mientras que las áreas de la región Caribe se encuentran representadas por Turrialba, Juan Viñas y San Carlos; también es importante tener en cuenta que los pisos altitudinales y regiones son sumamente diferentes entre sí tanto a nivel de temperatura y humedad como de zonas de vida (Cuadro 3).

Se evidencia también que la mayor cantidad de especies se encuentra entre las Poaceae y las Asteraceae en ambas vertientes; en la vertiente Caribe hay una cantidad de Fabaceae significativamente menor que en el Pacífico, sin embargo, la tendencia se mantiene entre las Cyperaceae y las Euphorbiaceae, entre las cuales se observa poca diferencia de especies por vertiente (Figura 7).

La información recolectada en este estudio brinda datos importantes que pueden ser tomados en cuenta para nuevas investigaciones y la toma de decisiones, se evidencia que la distribución y la diversidad de cada área y vertiente tiene sus diferencias y similitudes, y por lo tanto es importante considerarlo para realizar un control eficiente de arvenses, sin dejar de lado el potencial que podrían poseer para su uso como atrayentes de insectos controladores biológicos.

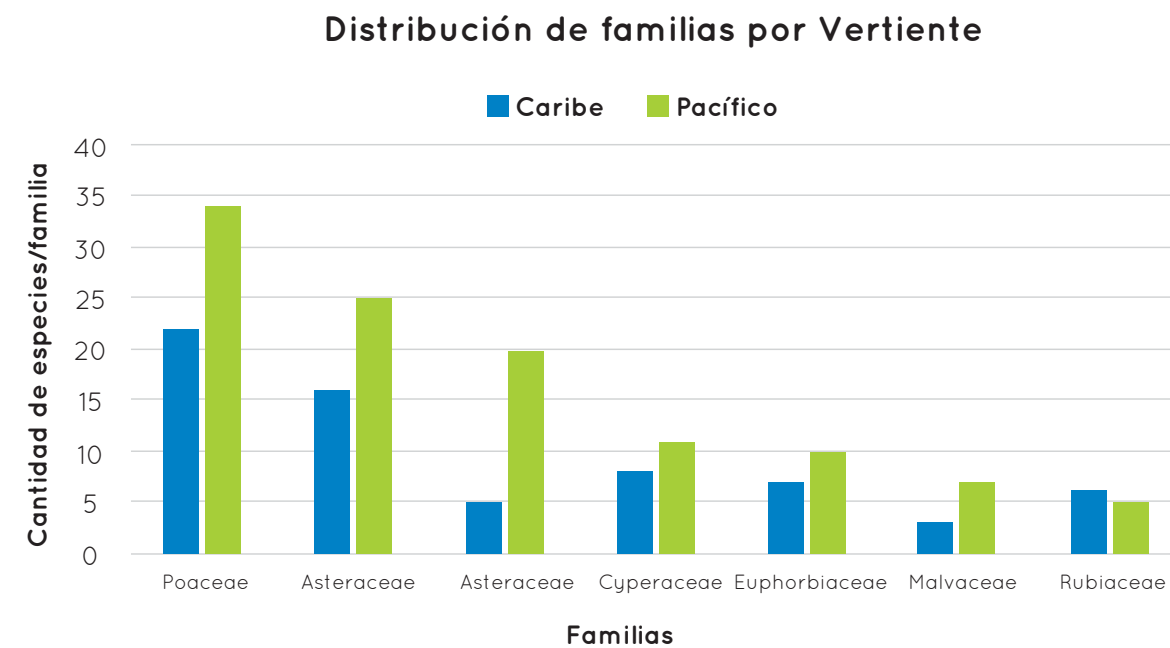


Figura 7.

Cantidad de especies en cada una de las familias por vertiente.

Conclusiones

Por medio de este estudio se lograron identificar un total de 253 especies y 51 familias de arvenses acompañantes del cultivo de caña de azúcar distribuidas en nueve localidades de las seis regiones cañeras de Costa Rica.

Las zonas que presentaron una mayor cantidad de especies y familias de arvenses fueron Turrialba, San Carlos y Filadelfia.

Al realizar el análisis del índice de Similitud de Jaccard se evidenció que la localidad de Turrialba presentó un mayor conjunto de plantas con índices de similitud elevados en comparación con las otras zonas, siendo de manera descendente las áreas de San Carlos, Turrialba y Pérez Zeledón como las más similares seguidas por Juan Viñas, Los Chiles y Grecia, mientras que Filadelfia y El Palmar mostraron similitudes entre ellas. La zona de Cañas no presentó similitud con ninguna de las zonas a partir de los valores analizados en este índice.

En caso de realizarse una recomendación para estudiar las plantas de las regiones se recomendaría abarcar la región de Turrialba y Filadelfia por su similitud con las otras regiones cañeras del país.

El área de Turrialba, seguido por Grecia y Los Chiles presentaron la mayor cantidad de dicotiledóneas y monocotiledóneas respectivamente, situación que puede relacionarse con la información de similitud y diversidad mencionada previamente ya que brinda datos acerca de la diversidad de estas áreas, además la mayor cantidad de especies y familias identificadas se encuentran dentro de las monocotiledóneas.

Con respecto a lo obtenido de acuerdo a la distribución de plantas por vertiente, se observa una mayor cantidad de especies en la vertiente Pacífica que en la Caribe, siendo las Poaceae y

Asteraceae las que presentan la mayor cantidad de familias en ambas vertientes.

Es importante recalcar que cada agroecosistema es diferente y puede presentar necesidades particulares de acuerdo con su geografía, por lo que si se desea saber el potencial de estas plantas para la atracción de enemigos naturales se necesita un análisis de las especies presentes en este para determinar su importancia, por lo que se recomienda realizar un estudio de las dinámicas poblacionales de insectos visitantes de arvenses acompañantes en caña de azúcar.





Literatura consultada

- Agüero, R., Chaves, M., Rodríguez, A. M., Alfaro, R., & Portuguez, P. (2008). *Asistente para la identificación de malezas en caña de azúcar*. Programa digital creado por medio de XID Database Viewer.
- Alfaro, R., & Ocampo, R. (2017). *Avances en la investigación en el control químico de malezas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica*. LAICA/DIECA. 129p. Consultado a través de: http://www.atacori.co.cr/biblioteca/Avances_control_de_Malezas.pdf
- Aquatic Plant Central Members. (2010). *Aquatic Plant Finder Database*. Consultado a través de: <http://www.aquaticplantcentral.com/forumapc/plantfinder/index.php>
- Brenes, S. (s.f.). *Manual de identificación de malezas del arroz*. BASF. Clearfield. 120p.
- Bolaños, J. (2015). *Situación actual del control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica*. VI Congreso Tecnológico del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA). LAICA. Alajuela, Costa Rica. Consultado a través de <http://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/OoMvADRFvAxMRLJPVjReYQYZaiBdqBBr>
- Bolaños, J., & Alfaro, R. (s.f.). *Situación actual del control de malezas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica*. LAICA. Consultado a través de <http://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/cbyuMrOhwBHJfCmqZLBcnolEhdnrLeil>
- Cardenas, J., & Reyes, C. E., Doll, J. D., & Pardo, F. (1972). *Tropical Weeds/ Malezas Tropicales*. Vol. 1. Ica. Col. 341p.

- Chao, A., Chazdon, R. L. Colwell, R. K., & Shen, T. J. (2004). *Un nuevo método estadístico para la evaluación de la similitud en la composición de especies con datos de incidencia y abundancia*. Ecology Letters, 8, 148-159.
- Chaves, M., & Chavarría, E. (2013). *¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica?* LAICA. Consultado a través de: <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/wEIIIMwEJoViCoEDkIhoXHwSVoVdvTVz>
- COPPEETEC-UFRJ. (s.f.). *Reflora-Brasil de plantas: Rescate histórico y herbario virtual para el conocimiento y conservación de la Flora de Brasil*. Consultado a través de: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do?lingua=es>
- Denys, C., & Tschardtke, T. (2002). *Plant-insect communities and predator-prey ratios in field margin strips, adjacent crop fields, and fallows*. Oecologia, 130, 315-324.
- Eoche-Bosy, D., Outreman, Y., Oliveira Andrade, T., Krespi, L., & Baaren, J. (2016). *Seasonal variations of host resources influence foraging strategy in parasitoids*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 161(1), 11-19.
- Flora del Noreste de México. (2017). *Red de herbarios del Noroeste de México*. Consultado a través de: <http://herbanwmex.net/portal/index.php>
- Gardiner, M. M., Landis, D. D., Gratton, C., Schmidt, N., O'Neill, M., Mueller, E., Chacon, J., & Heimpel, G. E. (2010). *Landscape composition influences the activity density of Carabidae and Arachnida in soybean fields*. Biological control, 55, 11-19.
- Gomez, A., & Rivera, J. H. (1987). *Descripción de malezas en plantaciones de café*. CENICAFE. Chinchiná, COL. 481p.
- Herbario CICY. (2010). *Flora Digital: Península de Yucatán*. Unidad de Recursos Naturales. Consultado a través de: http://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/ficha_virtual.php?especie=1800
- Holdridge, L. (1982). *Ecología basada en zona de vida*. Trad. del inglés por Jiménez, H. Segunda reimpresión. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 216p.
- Kappelle, M., Omme, L. V., & Juárez, M. E. (2000). *Lista de la flora vascular de la cuenca superior del río Savegre, San Gerardo de Dota, Costa Rica*. Acta Botánica Mexicana, 51, 1-38.
- Mata, R., & Sandoval, D. (2016). *Mapa digital de suelos de Costa Rica*. Centro de Investigaciones Agronómicas. Consultado a través de: http://www.cia.ucr.ac.cr/?page_id=139
- Mejia, J. (s.f.). *Manual de malezas de banano*. SYNmalezas, Syngenta. 200p.

SECCIÓN ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- Mexzon, R. (1997). Pautas de manejo de las malezas para incrementar las poblaciones de insectos benéficos en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin). *Agronomía Mesoamericana*, 8(2), 21-32.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. MyT-Manuales y Tesis SEA, Vol.1. Zaragoza. ES. 84 pp.
- Nilsson, V., Sánchez, P., & Manfredi, R. (2005). *Hierbas y arbustos comunes en cafetales y otros cultivos*. Universidad Nacional. San José. Costa Rica. 250p.
- Pérez, D., Jocelyne, A., Lazo, J., & Mercedes, C. (2014). *Inventario florístico y distribución de malezas presentes en asociación con caña de azúcar antes del cierre del dosel del cultivo en Chivacoa, Estado Yaracuy*. ERNSTIA. 24(1), 25-40.
- Pfiffner, L., & Wyss, E. (2004). *Use of sown wildflower strips to enhance natural enemies of agricultural pests*. *Ecological engineering for pest management: advances in habitat manipulation for arthropods*. 165-186p.
- Pohl, R. W. (1980). *Flora Costaricensis.: Family No. 15, Gramineae. Fieldiana Botany*. Field Museum of Natural History. New Series (4): 609p.
- Ramírez, C., Fariña, J. M., Contreras, D., Camaño, A., San Martín, C., Molina, M., Moraga, P., Vidal, O., & Pérez, Y. (2014). *La diversidad florística del humedal "Ciénagas del Name" (Región del Maule) comparada con otros humedales costeros de Chile*. *Gayana. Botánica*, 71(1), 108-119.
- Rojas, K., & Ramírez, F. (2013). *Plantas arvenses asociadas al cultivo de aguacate de altura en la Zona de Los Santos*. UNA/APACOOOP/MAG. 220p.
- SEINet (Southwest Environmental Information Network). (s.f.) *Arizona New México Chapter*. Consultado a través de: <http://swbiodiversity.org/seinet/index.php>
- Soto, A., Vallejos, E., Herrera, F., & Rojas, C. E. (2011). *Algunas malezas de Costa Rica y Mesoamérica: Catálogo de terrestres parásitas y acuáticas*. Consultado a través de: http://international_extension.ifas.ufl.edu/LaFlor/weeds-of-costa-rica/index.shtml
- Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. 2000. *Ecological Methods*. Third ed. Oxford, United Kingdom: Blackwell Science
- Stapel, J. O., Cortesero, A.M., De Moraes, C., Tumlinson, J. H., & Lewis, W. J. (1997). *Extrafloral Nectar, Honeydew, and Sucrose Effects on Searching Behavior and Efficiency of *Microplitis croceipes* (Hymenoptera: Braconidae) in Cotton*. *Environmental Entomology*, 26(3), 617-623.
- Swaminathan, R., Singh, K., & Nepalia, V. (2012). *Insect pests of green gram *Vigna radiata* (L.) Wilczek and their management*. INTECH Open Access Publisher.

The Plant List. (2013). *The plant lists: A working list of all plant species*. Version 1.1. Consultado a través de: <http://www.theplantlist.org/>

Tropicos.org. (2017). *Tropicos. Missouri Botanical Garden*. Consultado a través de: <http://www.tropicos.org/>

Toro, L. F. (2006). *Contribución al conocimiento de la flora del bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) en la zona centro-sur de su distribución natural*. *Chloris chilensis*, 9: 1. Consultado a través de: <http://www.chlorischile.cl/lengaweb/floreslenga.htm>

Valdés, T. V., & Cano-Santana, Z. (2005). *Ecología y medio ambiente*. Pearson Educación. 83p.

Vargas, J. (2011). *Relación de la precipitación anual y el rendimiento agrícola de Central Azucarera Tempisque S.A. CATSA de las últimas 7 zafras*. Dep Investigación. Consultado a través de <https://www.catsa.net/wordpress/wp-content/uploads/2014/07/Agricola-Relacion-de-precipitacion-anual-y-rendimiento-agricola-de-ultimas-7-Zafras-CATSA.pdf>

Vibrans, H. (2012). *Malezas de México*. Colegio de Postgraduados. México. Consultado a través de: <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>

Villaseñor, J. L. (2003). *Diversidad y distribución de las magnoliophyta de México*. *Interciencia*, 28(3), 160-167.

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., & Umaña, A. M. (2006). *Métodos para el análisis de datos: una aplicación para resultados provenientes de caracterizaciones de biodiversidad*. Manual de Métodos Para el Desarrollo de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, 185-226.

Yarupaitán, G., & Albán, J. (2003). *Flora silvestre de los Andes centrales del Perú: un estudio en la zona de Quilcas, Junín*. *Revista Peruana de Biología*, 10(2), 155-162.

ANEXO 1



Figura 1.

Echinochloa colonum (Poaceae)



Figura 2.

Digitaria sanguinalis (Poaceae)



Figura 3.

Emilia fosbergii (Asteraceae)



Figura 4.

Ageratum conyzoides (Asteraceae)



Figura 5.

Bidens pilosa (Asteraceae)



Figura 6.

Croton hirtus (Euphorbiaceae)



Figura 7.

Erechtites hieracifolius (Asteraceae)



Figura 8.

cynododn dactylon (Poaceae)

En el Sector Cañero Azucarero Costarricense decimos:

NO
Trabajo Infantil



¿Qué legislación existe en Costa Rica, para proteger a los niños y adolescentes?

- Constitución Política.
- Código de la Niñez y la Adolescencia
- Código de Trabajo

- Ley 8922 Prohibición del trabajo peligroso e insalubre para personas adolescentes trabajadoras.

44



Figura 9.

Phyllanthus niruri (Phyllanthaceae)



Figura 10.

Scoparia dulcis (Plantaginaceae)

¿Qué dice la legislación?

Trabajo Infantil (0-15 años) Es Prohibido	Trabajo adolescente (15-17 años) Permitido con regulaciones
<ul style="list-style-type: none"> • No permite que los niños se desarrollen física, emocional y psicológicamente. • Les puede causar enfermedades, lesiones o deterioro en la salud. • Causa bajo rendimiento o abandono de la educación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se le debe facilitar al adolescente el espacio para estudiar y asistir al centro educativo. • Se le deben dar las mismas garantías como remuneración y vacaciones que a una persona adulta. • La jornada no puede ser mayor a 6 horas diarias ni 36 semanales. • No pueden realizar trabajo nocturno ni trabajos peligrosos, como: • Estar en espacios insalubres con altas temperaturas, espacios cerrados, alturas peligrosas o estar bajo tierra. • Utilizar herramientas o maquinaria peligrosa. • Levantar peso mayor a 15 kg los hombres y 10 kg las mujeres.



Sabe a lo
que nunca
has probado!

Nuevas bebidas instantáneas



Bajo en calorías

Con extracto de
Stevia

Descubrí tu sabor