

DIECA: 35 AÑOS AL SERVICIO DE LA AGRICULTURA CAÑERA COSTARRICENSE

Marco A. Chaves Solera
Gerente DIECA-LAICA
mchavez@laica.co.cr
Febrero 2017

INTRODUCCIÓN

Los antecedentes de la actividad cañero-azucarera en Costa Rica trascienden los tiempos y se remontan a la conquista y colonización de nuestro territorio, motivo por el cual, su participación se vincula no apenas a la agricultura y la economía como podría pensarse, sino también al desarrollo social, cultural, institucional, jurídico y tecnológico del país, ahí su relevancia.

La agroindustria de la caña y sus derivados, como cualquier otra actividad empresarial, se circunscribe, opera y se desarrolla en el contexto socioeconómico nacional; manteniendo también una estrecha relación, vinculación y confrontación con el entorno y los condicionantes que de manera obligada establecen y le imponen los exigentes mercados regionales y mundiales del azúcar y sus derivados (CHAVES 2016a).

En ese largo transitar y periplo por más de 500 años continuos por la historia nacional, han acontecido en el desarrollo de la agroindustria hechos que van directamente vinculados con la evolución y formación republicana del país. La aparición de las primeras plantaciones de caña de azúcar, la contratación por vez primera de mano de obra, el surgimiento de la hacienda como estructura productiva, el empleo del trapiche de madera, el desarrollo y consolidación de la actividad dulcera, la importación y empleo de los trapiches con mazas de hierro, el empleo de fuerza hidráulica y eléctrica en sustitución de la animal para operar trapiches, las primeras exportaciones (1689) de raspado o dulce granulado a Nicaragua y Panamá por los puertos de Nicoya y Caldera, la diferenciación de las primeras variedades de caña, el manejo incipiente del cultivo, la

creación de la Fábrica Nacional de Licores (FANAL) en 1851, la importación, establecimiento y operación de los primeros Ingenios, el perfeccionamiento de la cristalización del azúcar, el inicio de la organización y el desarrollo institucional (Junta de Protección a la Agricultura de la Caña, Ley N° 359 de agosto de 1940). Las mejoras incorporadas en los procesos de fabricación y calidad de los productos finales también forman parte de lo actuado, así como la dinámica expansión territorial del cultivo, la apertura de mercados e incremento de las exportaciones, la creación de la Cámara de Azucareros (noviembre 1949) y las primeras Cámaras de Productores de Caña (Pacífico y Atlántico en agosto y setiembre de 1956), la aparición y consolidación de LAICA (noviembre 1965) como institución líder, la creación de la Federación de Cámaras de Productores de Caña de Azúcar (FEDECAÑA) en octubre de 1971, la construcción e inauguración del moderno puerto de embarque y desembarque en Punta Morales (noviembre 1975), fueron solo algunas de las acciones que a través de la historia han dado cuerpo, estructura y contenido a la agroindustria azucarera costarricense.



Puerto Punta Morales, Puntarenas, costa Pacífica

Complementariamente y en fecha más reciente, acontecen otros hitos que marcan y suman a la fructífera y dinámica evolución mantenida por la agroindustria, entre los cuales están la evaluación por primera vez del sistema de pago de la caña utilizando el método directo (zafra 1981-1982), se ejecuta asimismo el primer Plan Nacional de Gasohol (1982) incorporando etanol nacional a la gasolina, se fabrica y exporta por primera vez alcohol por Punta Morales (febrero 1985), se aprueba una nueva y moderna legislación azucarera (Ley N° 7818 de setiembre 1998), se produce azúcar líquido por vez primera (febrero 2009), se inaugura el Complejo Azucarero “El Coyol” (marzo 2009), entre muchas otras acciones (CHAVES 1993, 1997, 2001, 2012, 2015bd).



Centro de Operaciones “El Coyol”, Alajuela

De forma adicional y como parte del desarrollo sectorial y el acompañamiento científico, la agroindustria ha tenido también una evolución tecnológica interesante en el área agrícola e industrial que parte desde la colonia y llega hasta nuestros días. Se ha trabajado y alcanzado logros importantes e incuestionables en materia de organización, integración institucional, mejora genética, control de plagas y enfermedades por innovadores métodos no convencionales, se ha promocionado la adaptación e investigación de clones, así como la transferencia de tecnología, la capacitación, la información y la prestación de servicios de apoyo institucional.

La creación del **Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, como órgano tecnológico sectorial especializado, constituye parte importante del dinámico y notable esfuerzo institucional desarrollado por la agroindustria y que le han permitido al sector gozar por 76 años continuos de una organización e institucionalidad ejemplar (CHAVES 1993, 1995, 1997, 1998ab, 1999ab, 2010ab, 2012, 2015b).

1. LOS ORÍGENES DE DIECA

Motivados y fundamentados en la imperiosa y urgente necesidad de contar con un organismo técnico especializado propio, que se abocara a investigar, desarrollar, comunicar y transferir mediante programas de asistencia apropiados, nuevas y más eficientes tecnologías que favorecieran el mejoramiento del sistema productivo de la caña de azúcar en Costa Rica; fue así que surgió la idea de crear DIECA. Esto no era nuevo pues desde hacía muchos años se gestaba el proyecto, con un intento fallido anterior de integración institucional sector azucarero - Ministerio de Agricultura e Industrias (MAI), efectuado en el año 1957 y que operó hasta finales de esa década. La idea se revive y reaparece nuevamente en un momento coyuntural difícil y muy particular para la agroindustria, en el cual la producción estaba siendo severamente impactada por el ingreso de enfermedades exóticas y desconocidas al continente, la región y el país (CHAVES 1992, 1993, 1995).



Estación Experimental ubicada en Grecia

Esta situación acontecía debido al fuerte impacto productivo y económico provocado por la presencia de dos nuevas enfermedades del tipo fungoso en el país (roya café - *Puccinea melanocephala* H Sydow & P. Sydow) y el carbón de la caña - *Sporisorium scitamineum* Sydow), las cuales durante el trienio comprendido entre 1979 y 1981 se mostraban como la primera y más seria limitante productiva. La afectación se daba en las principales variedades sembradas comercialmente en esa época (B 43-62, NCo 310, L 60-14, H 44-3098 y B 50-135, entre otras). Pocos años después aparecieron otros patógenos que agravaron aún más la situación, como aconteció con la escaldadura de la hoja (*Xanthomonas albilineans*); las cuales sumaron al problema ya conocido con el virus del mosaico de la caña de azúcar (SCMV), el raquitismo del retoño (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*) y la mancha ojival (*Helminthosporium sacchari*) en zonas de altura (>1.000 msnm), como señalara CHAVES (2016b).

Luego de un amplio y profundo análisis institucional se logra mediante el consenso y beneplácito alcanzado entre productores e industriales agrupados en la **Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA)**, la aprobación en Sesión N° 939 del 25 de mayo de 1982, la creación de la **Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA)**, hoy recalificada a Departamento. Esta Dirección fue en todo momento avalada y fortalecida con la participación y apoyo logístico, humano y material por parte del **Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)**, con el cual LAICA suscribe posteriormente en junio del año 1984 un Convenio de Cooperación, el cual se mantiene en operación hasta febrero de 1995, cuando unilateralmente el MAG decide su no renovación y finiquito. A partir de ese momento, LAICA asume en su totalidad el compromiso y responsabilidad de la investigación, la asistencia técnica y la capacitación en el campo agrícola. Con la creación del Departamento de Investigación

y Extensión de la Caña de Azúcar se cumple ese imperioso y necesario cometido técnico. Se decide mantener vigente el acrónimo original de DIECA, como reconocimiento al reconocimiento y renombre ganado tanto en el ámbito nacional como internacional (CHAVES 1992, 1998b).

Los primeros años de operación y vida institucional de DIECA fueron marcados por esa grave situación fitosanitaria que padecía el sector, debiendo por ello priorizar en la estructuración y fortalecimiento del Programa de Mejoramiento Genético como respuesta inmediata para atender el problema prevaleciente en prácticamente todo el ámbito cañero nacional. Esta medida asistió, favoreció y promocionó un importante impulso y avance en el campo fitosanitario, al introducir a través del tiempo y de manera sistemática, direccionada y preconcebida, clones con tolerancia a los diferentes agentes fitopatógenos existentes (hongos, bacterias y virus), los cuales luego de mucha investigación se validaron, acondicionaron y adaptaron a las circunstancias particulares de cultivo de cada una de las diferentes regiones y zonas productoras de caña del país. Superar el problema fitopatológico no resultó fácil virtud del poco tiempo que se disponía para resolver una situación tan grave y compleja; sin embargo, al final el objetivo procurado dichosamente se logró. El gran éxito alcanzado con la introducción y fortalecimiento del factor varietal como forma inteligente y efectiva de control fitosanitario en el cultivo de la caña, ha servido de inspiración y motivación a entidades y funcionarios responsables de provocar el desarrollo técnico en otros cultivos. Este incuestionable logro ha favorecido importantes avances tecnológicos que han contribuido a mejorar la rentabilidad de los proyectos y, además, a minimizar la posibilidad de generar riesgos ambientales y sanitarios por uso de agroquímicos (fungicidas) que podrían eventualmente provocar impactos ecológicos y salubres indeseables.



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 (CHAVES 2017a).

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 los géneros *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 (*Leptodictya 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 2017a).

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 (*Saccharococcus sacchari*) y vectores áfidos de enfermedades virales (*Rhopalosiphum* sp y *Melanaphis sacchari*), la broca del café (*Hypothenemus hampei*), el barrenador de la piña (*Tecla basilides*), 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 2016c, 2017a).

Considerando y contemplando varios conceptos y rubros involucrados (avispa, hongos, semilla, caña industrial, variedades de caña, etc.), asegura CHAVES (2016c) en referencia expresa a la venta de productos biológicos por parte de DIECA, que “*Esta gestión le ha permitido al sector azucarero nacional ingresar a sus arcas en el término de los últimos 30 años (1984-2015) un total de US\$2.155.582,06 correspondientes a la suma nada despreciable de ¢949.376.243,00 para un promedio anual de US\$69.534,91 y ¢30.625.040, respectivamente*”. El alcance de este incuestionable resultado técnico-

económico, ratifica el éxito alcanzado en el cambio de paradigma y de mentalidad promulgado y aplicado por DIECA durante su larga gestión institucional de 35 años continuos.



2. JURÍDICA

El Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), es un organismo especializado de carácter científico y tecnológico que se financia exclusivamente con recursos privados, no posee fines de lucro, agrupa y da servicio sin distinción alguno a todos los productores y fabricantes de azúcar organizados y representados en la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).

Fue creada con fundamento en lo dispuesto por los artículos 9, inciso c) y 30 inciso g) de la Ley 7818 del 02 de setiembre de 1998, **Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar** (LAICA 1998, 2000). La Junta Directiva Corporativa aprobó para su operación en su Sesión N° 380 del 25 de mayo del 2010, un **Reglamento Interno de Organización**; el cual fue posteriormente ajustado por acuerdo adoptado por la misma Junta Directiva en su Sesión N° 429, celebrada el 22 de mayo del 2012 (LAICA 2012).

DIECA es por naturaleza y origen un organismo con sumisión y dependencia técnica, económica y legal de LAICA, razón por la cual no posee personería jurídica ni tampoco independencia propia; es por ello,

un departamento más de LAICA. Dicho Reglamento declara la subordinación del Departamento a la Dirección Ejecutiva de LAICA. El control y fiscalización se realiza por medio de un **Comité Asesor** nombrado por LAICA con representantes de los sectores productor e industrial.

3. DEBERES INSTITUCIONALES

En DIECA se concentran y ejecutan, o en su caso se coordinan, la mayoría (no todas) de las actividades que en materia de generación y transferencia de tecnología agrícola se efectúan en Costa Rica en el cultivo de la caña de azúcar; es por ello que mantiene estrechas relaciones y desempeña un papel de liderazgo en su relación con los productores, industriales, cuerpos técnicos de investigación en ingenios y empresas relacionadas; así como también con instituciones académicas (Universidades) y Centros de Investigación relacionados directa o indirectamente con la actividad cañero-azucarera. Las actividades que DIECA desarrolla se ubican por área de ejercicio profesional principalmente en el área agrícola y son parciales en la industrial.

De igual manera, su gestión institucional se desarrolla exclusivamente con la caña destinada a la fabricación de azúcar y sus derivados (alcohol), no a otros fines como son la elaboración de dulce o el uso pecuario como forraje.

Para el cumplimiento cabal de sus fines y obligaciones, DIECA tiene de acuerdo con lo que dicta el Reglamento Interno (LAICA 2012), los siguientes deberes y facultades:

a) Contribuir con el mejoramiento de la productividad y rentabilidad de la agricultura e industria de la caña de azúcar y sus derivados, mediante la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología, procurando favorecer la protección del ambiente a través del uso de tecnologías no degradantes o contaminantes en los cultivos.

b) Impartir asistencia técnica y difundir los resultados obtenidos por la investigación entre los miembros de la agroindustria cañera azucarera costarricense y demás personas que autorice la Junta Directiva de LAICA.

c) Impulsar la celebración de convenios, acuerdos o entendimientos para desarrollar programas conjuntos, con otras instituciones afines, públicas o privadas, nacionales o internacionales, en proyectos de cooperación, intercambio, investigación, experimentación, divulgación y asistencia técnica.

d) Promover el mejoramiento de las variedades de caña de azúcar en todas las zonas cañeras del país.

e) Organizar programas permanentes de análisis de suelos y foliares, como orientación para un uso adecuado de la fertilización.

f) Realizar estudios y desarrollar programas de combate de plagas y enfermedades de la caña de azúcar.

g) Elaborar análisis de las prácticas culturales y la mecanización de la caña de azúcar para un mejor aprovechamiento.

h) Contribuir, dentro de sus posibilidades, a formar personal especializado en las técnicas relacionadas con la agricultura e industria de la caña de azúcar. Asimismo, deberá elaborar y ejecutar los programas que sean aprobados por los órganos competentes superiores.

i) Formar parte de los Comités regulados en los artículos 194 y 218 del Decreto Ejecutivo N° 28665-MAG, Reglamento Ejecutivo de la Ley N°7818, por medio de su Gerente y el personal que éste designe.

j) Velar por la sanidad de las plantaciones de caña de azúcar,

estableciendo y ejecutando las acciones, mecanismos y medidas cuarentenarias necesarias que aseguren el mantenimiento de un estado fitosanitario satisfactorio.

k) Promover, impulsar, ofrecer y aprovechar comercialmente los productos y servicios tecnológicos que genere.



4. COMITÉ ASESOR

Por designación superior de LAICA y dando por antecedente continuidad, virtud de la conveniente representatividad y el buen resultado de gestión alcanzado, se mantiene la figura de dirección que operó cuando existió el **Convenio Cooperativo MAG-LAICA**; en ese entonces una Junta Directiva. Para ello, se cuenta desde mayo del 2010 con un Comité Asesor que tiene funciones básicamente consultivas (LAICA 2012). El mismo está integrado por el Gerente de DIECA, quién preside, y seis miembros propietarios nombrados como sigue: tres por la Cámara de Azucareros y tres por la Federación de Cámaras de Productores de Caña (FEDECAÑA). Dichos cargos cuentan con igual número de suplentes.

El Comité Asesor tiene por mandato superior las siguientes facultades y deberes:

a) Dar sugerencias u observaciones para el mejor cumplimiento de los incisos prescritos en el artículo IV del presente Reglamento.

b) Dar sugerencias u observaciones para la debida, oportuna, prioritaria y equilibrada

atención de los temas tecnológicos e investigativos, en cumplimiento de lo establecido por el artículo 9 inciso c) de la Ley N°7818,

c) Conocer los informes presentados por las comisiones en que participe DIECA, y sobre los cuales podrá plantear las sugerencias que estime convenientes.

d) Conocer los informes sobre ejecución del presupuesto de DIECA y hacer las sugerencias que juzgue apropiadas, sin que éstas resulten vinculantes.

Corresponde al Gerente de DIECA con base en lo anterior, elevar a conocimiento del Director Ejecutivo de LAICA las sugerencias y recomendaciones dictadas y aprobadas por el Comité Asesor.

5. PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL

A partir del mes de abril del año 2014 se realizó por varios meses consecutivos y de manera participativa, con la calificada colaboración, acompañamiento y orientación del **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**, una profunda revisión, discusión, ajuste y alineamiento de los principios y objetivos institucionales estratégicos y fundamentales de DIECA, acondicionándolos al nuevo entorno y nuevas demandas sectoriales.

Dicha gestión fue motivada por la finalización del **Plan Estratégico DIECA 2010-2014**, en el cual también habían participado de forma activa el IICA y el MAG como facilitadores y colaboradores institucionales.

Producto de esa intensa y fructífera labor de análisis y construcción institucional, se formuló el **Plan Estratégico DIECA 2015-2021** (DIECA 2015), el cual fue valorado y aprobado por el Comité Asesor de DIECA en su Sesión N° 64, artículo VI del 18 de mayo

del 2015, y refrendado por la Junta Directiva Corporativa de LAICA en su Sesión N° 531 del 05 de julio del 2016. Ese nuevo y valioso instrumento institucional ha permitido dar de manera seria, responsable y profesional, continuidad y actualización a lo que desde el 2010 se viene ejecutando con visión de futuro en materia administrativa, operativa y tecnológica.

6. VISIÓN, MISIÓN Y OBJETIVO

Se anotan seguidamente los nuevos componentes del Plan Estratégico vigente.

6.1. VISIÓN (Propósito)

El Propósito de la institución es:

“Convertirse en la organización de alto nivel tecnológico referente en la innovación, generación y transferencia de tecnología, que coopera atendiendo de forma prioritaria las necesidades del sector cañero-azucarero en función de la rentabilidad económica, contribuyendo a la competitividad y sostenibilidad de la agroindustria azucarera costarricense” (DIECA 2015).

6.2. MISIÓN (Estrategia)

La Misión fundamental de DIECA es:

“Contribuir mediante la generación, la innovación, la transferencia de tecnología y la prestación de servicios técnicos especializados, al desarrollo y progreso del sector azucarero en complemento y armonía con el ambiente.” (DIECA 2015).

6.3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

Como marco institucional general se han definido (DIECA 2015) los siguientes cuatro objetivos estratégicos básicos:

- 1) Ser la institución referente en la innovación, generación y transferencia tecnológica, que coopera atendiendo las necesidades

del sector cañero-azucarero en función de la rentabilidad económica, contribuyendo a su competitividad y reduciendo el impacto ambiental.

- 2) Contar con personal que posea el mayor conocimiento y liderazgo, para ofrecer un mejor servicio, anticipado a los retos tecnológicos, satisfaciendo las necesidades tecnológicas del sector.
- 3) Demostrar capacidad técnica con aportes de DIECA para los productores y técnicos vinculados al sector cañero azucarero.
- 4) Articular y gestionar acciones para el sector cañero – azucarero nacional, con apertura y transparencia que contribuya al fortalecimiento y crecimiento institucional.



6.4. ESTRATEGIAS INSTITUCIONALES

Para el cumplimiento cabal de los objetivos estratégicos se definieron entre otras en el Plan Estratégico las siguientes estrategias:

- 1) Generar soluciones tecnológicas innovadoras para el desarrollo de la actividad de la caña de azúcar.
- 2) Liderar una plataforma de transferencia de tecnología para el cultivo.
- 3) Evaluar el impacto de la innovación y la transferencia.
- 4) Mejorar las capacidades de los profesionales para la innovación tecnológica.

- 5) Motivar a los técnicos para que logren generar más y mejor tecnología y transferencia técnica.
- 6) Mitigar aspectos que inciden negativamente en la motivación del personal.
- 7) Presentar resultados observables y tangibles que el productor los entienda y sean de su utilidad.
- 8) Demostrar las fortalezas técnicas de los profesionales de DIECA ante otros técnicos del sector.
- 9) Coordinar espacios de trabajo conjunto con los actores de las regiones.
- 10) Promover mecanismos de desarrollo y financiamiento para proyectos de crecimiento institucional.
- 11) Fortalecer modelos de rendición de cuentas institucionales.

6.5. ACCIONES INSTITUCIONALES

- a) Mejorar la productividad y la rentabilidad de la agricultura e industria de la caña de azúcar y sus subproductos, mediante la investigación, la asistencia técnica y la transferencia de tecnología, con el objeto de contribuir al autoabastecimiento del país y atender la demanda de exportación.
- b) Generar e impulsar dentro de su esfera de acción, todas aquellas iniciativas y tecnologías que contribuyan a mejorar las condiciones productivas y a hacer más competitiva y eficiente la actividad.
- c) Promover relaciones y establecer mecanismos de cooperación, coordinación e integración de esfuerzos y recursos con las instituciones del sector agropecuario que realizan actividades de investigación y

transferencia de tecnología en el cultivo.

d) Promover y favorecer la protección del medio ambiente a través del uso de tecnologías no degradantes o contaminantes.

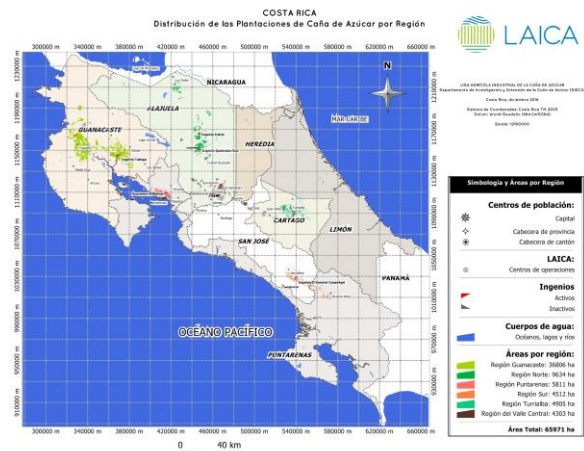
e) Velar por la sanidad de las plantaciones comerciales de caña, estableciendo y ejecutando las acciones, mecanismos y medidas cuarentenarias necesarias que aseguren el mantenimiento de un estado fitosanitario satisfactorio.

7. FINANCIAMIENTO

Los recursos económicos utilizados para el desarrollo y operación de los programas de investigación, innovación, asistencia técnica y transferencia de tecnología ejecutados por DIECA, provienen en su totalidad del presupuesto general de LAICA. El origen de los fondos es por tal motivo proveniente exclusivamente de los aportes que hacen los dos sectores integrantes de LAICA: *productores e industriales*. Adicionalmente, se captan recursos de entes externos que son direccionados para la operación de proyectos específicos de interés sectorial y nacional.

8. ESTRUCTURA, COBERTURA, ÁREAS FUNCIONALES Y PROGRAMAS OPERATIVOS

Estructural y operativamente DIECA esta descentralizada regionalmente, por lo cual desarrolla actividades en las seis principales zonas productoras de caña de azúcar del país, donde posee profesionales regionalizados (CHAVES 2015e). Las regiones cañeras del país establecidas por ley son: Guanacaste, Zona Norte, Valle Central, Puntarenas, Turrialba-Juan Viñas y Zona Sur (LAICA 1998; CHAVES y CHAVARRÍA 2013).

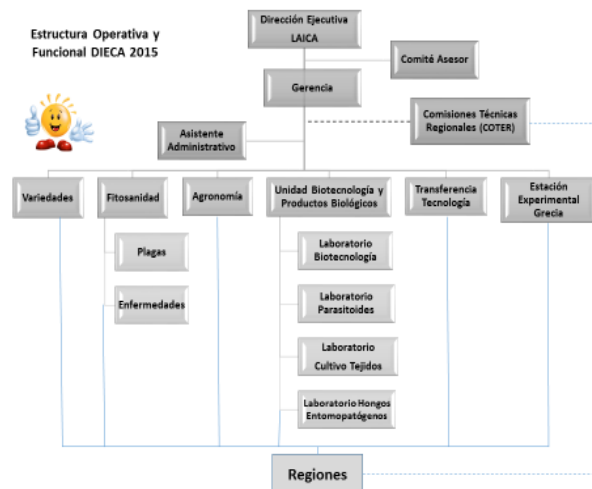


Regiones productoras de caña en Costa Rica

Se cuenta además con cuatro áreas funcionales de trabajo consolidadas y definidas con cobertura y alcance nacional; esto debido a la naturaleza especial de las materias que tratan, las cuales son igualmente muy precisas: **Variedades, Manejo de Plagas, Agronomía, Transferencia Tecnológica y Capacitación** (CHAVES 2015e).

8.1. PROGRAMAS OPERATIVOS

Genéricamente DIECA prioriza y concentra sus actividades operativas en tres áreas básicas: a) *Investigación*, b) *Transferencia de tecnología* y c) *prestación de servicios de apoyo, cooperación e información a usuarios* (CHAVES 2015e).



Estructura organizacional y operativa de DIECA

Las labores y actividades operativas desarrolladas por el departamento son definidas, organizadas, priorizadas y ejecutadas de manera programada, construyendo anualmente en forma participativa con los grupos organizados de la agroindustria (Cámaras de Productores, Ingenios y LAICA) y bajo criterios estrictamente técnicos, los tópicos y asuntos específicos que serán investigados y/o desarrollados por medio de los programas regionales y nacionales (CHAVES 2015e).

Para cumplir ese cometido hay conformados y en operación en todas las regiones y sub regiones cañeras, los denominados **Comités Técnicos Regionales (COTER)**, que son agrupaciones en las cuales se integran productores, representantes de Ingenios, MAG e INTA (CHAVES 2011c, 2015a). El objeto es identificar y priorizar de manera participativa las demandas que se estime necesario atender; como aconteció recientemente en el caso de los Productores Independientes (CHAVES 2015f) y los Ingenios (CHAVES 2016g).

A partir de esa priorización anualmente se formula un **Plan Anual Operativo (PAO)** que es conocido y aprobado por el Comité Asesor; cuyo grado de ejecución final se presenta posteriormente. Es relevante reiterar y patentizar que buena parte de las actividades ejecutadas por DIECA son el resultado de la propuesta y priorización planteada por los usuarios a través de los COTER y otras vías de proposición, sugerencia y recomendación existentes.

8.2. AREAS FUNCIONALES

Las áreas temáticas funcionales específicas a través de las cuales se formulan y ejecutan los planes y actividades definidas y contenidas en los programas anuales de trabajo (CHAVES 2015e), son genéricamente las siguientes:

8.3. VARIEDADES

Es posiblemente el programa de más relevancia, interés e importancia en materia tecnológica, virtud de las implicaciones directas que el mismo tiene sobre la producción agroindustrial, como muy ampliamente lo ha señalado y comentado CHAVES (1998a, 1999a, 2001, 2010ab, 2012, 2015ef, 2016bfg, 2017b).



8.3.1. OBJETIVO

Asegurar al sector productor la disponibilidad de variedades de caña de azúcar de alta capacidad productiva, buena adaptación y excelente fitosanidad, que permitan mejorar de forma creciente, consistente y sostenida los índices de productividad agroindustrial en todas las regiones y localidades cañeras del país.

8.3.2. FUNCIONES

- a. Procurar el incremento sostenido de los rendimientos agroindustriales por medio de la generación y adaptación de nuevos y mejores clones de caña.
- b. Promover y auspiciar a nivel internacional, la introducción y el intercambio de variedades promisorias de alto valor genético y potencial productivo.

- c. Generar, introducir, adaptar, estudiar, validar y seleccionar variedades de mayor productividad agroindustrial, mejor adaptación, tolerantes a las principales enfermedades y plagas que afectan el cultivo de la caña, con el objeto de sustituir aquellas que se encuentran en fase activa de deterioro, inadaptación o reducción productiva comercial.
- d. Seleccionar variedades mejoradas a partir de híbridos producidos en nuestras propias condiciones de cultivo, originados a partir de semilla sexual (**Sigla LAICA**).
- e. Incrementar la cantidad, diversidad genética y calidad agroindustrial de las variedades de caña dispuestas al sector productor para uso comercial, en concordancia con las diferentes y variables condiciones productivas existentes en el país.
- f. Mejorar e incrementar el rendimiento promedio de azúcar por unidad de área (tm/ha) a nivel nacional, con fundamento en el incremento integrado de la concentración de sacarosa contenida en los tallos (kg/tm de caña) y el tonelaje de caña (tm/ha).
- g. Normar, uniformar y fiscalizar con fines fitosanitarios y productivos la distribución y traslado de nuevas variedades a las diferentes regiones cañeras.
- h. Establecer, uniformar y sistematizar las metodologías, técnicas, escalas y registros de evaluación y selección de cultivares de caña en el campo.
- i. Establecer los criterios, definir protocolos y operar los mecanismos estratégicos y fiscalizar el control cuarentenario que implica la

importación y manejo de clones del exterior, en procura y aseguramiento de la estabilidad fitosanitaria de las plantaciones nacionales de caña de azúcar.

- j. Centralizar y mantener el material genético disponible en el país en un lugar estratégicamente ubicado y con las condiciones adecuadas, que opere como **Banco de Germoplasma**.
- k. Mejorar el margen de rentabilidad económica del productor, por medio del uso comercial de variedades mejoradas en términos de rendimientos agroindustriales satisfactorios y crecientes.
- l. Asegurar y operar la capacitación, el adiestramiento y la información permanente del productor en materia de variedades y su manejo comercial, como estrategia para el óptimo desarrollo productivo.
- m. Suscribir convenios, acuerdos internacionales y establecer alianzas estratégicas que potencien y viabilicen la obtención de variedades promisorias para uso comercial.



8.3.3. ÁREAS DE ACCIÓN

De carácter múltiple siendo las más relevantes las siguientes: importación de clones promisorios y comerciales; atención de la fase cuarentenaria (cerrada-abierta) de clones importados; cruzamiento y obtención de variedades nacionales (Sigla LAICA); establecimiento, mantenimiento y control del Banco Nacional de Germoplasma; protocolizar y operar proceso sistemático de evaluación y selección regional de clones promisorios; realizar diagnóstico y evaluación fitosanitaria en fases avanzadas de selección de variedades; efectuar curvas de madurez de aquellos clones promisorios prontos a liberarse para uso comercial; informar y capacitar a los usuarios de la agroindustria sobre variedades.

8.3.4. MECANISMOS DE MEJORA

- **Vía Sexual:** hibridación y cruzamiento direccionado de clones, generando variedades nacionales reconocidas y registradas por la **Sigla LAICA**. Implica labor en definición de progenitores; floración; viabilidad de polen; obtención, manejo y germinación de semilla.



- **Vía Asexual:** introducción, cuarentena (cerrada-abierta) y reproducción clonal de variedades promisorias procedentes del exterior. Implica realizar gestiones de importación y tramites en aduana.

8.4. CULTIVO DE TEJIDOS *in vitro*

Importante programa operativo empleado en la reproducción vegetativa y limpieza fitosanitaria de clones de alto valor genético y productivo, que inicio actividades en el año 1999 con una incipiente producción de apenas 3.100 vitroplantas.

DIECA dispone actualmente en su Estación Experimental de Grecia, Alajuela, de un amplio, moderno y acondicionado laboratorio con capacidad potencial para multiplicar hasta 600 mil plantas por año. Con las condiciones y recursos presentes se están produciendo hasta 250 mil plantas contando con condiciones óptimas de calidad del material vegetativo por reproducir, y que se cuente adicionalmente, con un bajo grado de contaminación. Con el personal disponible pueden llegarse a reproducir hasta 300.000 vitroplantas por año.

Actualmente se proyecta realizar mejoras importantes en materia de infraestructura y equipamiento del laboratorio, con el objeto de elevar y duplicar en el corto plazo (2 años) la reproducción, fijando como meta las 600 mil plantas por año.



Cultivo de tejidos *in vitro*

8.5. FITOPATOLOGÍA

Como es conocido, en la caña de azúcar a diferencia de otros cultivos, el combate de enfermedades se realiza fundamentalmente por la vía genética sembrando variedades tolerantes a los principales patógenos. Esta estrategia resulta lenta y onerosa virtud del trabajo implícito y recursos implicados; sin embargo, hay que reconocer que su efectividad es mayor.

La caña de azúcar como todo organismo biológico es afectada en grado diverso y con intensidad variable por algunos patógenos, señalándose (CHAVES 2016b) en el caso de Costa Rica, los siguientes como más importantes: **Fungosas:** Roya Café (*Puccinia melanocephala* H. Sydow y P. Sydow), Roya Naranja (*Puccinia kuehnii* (Krüger Butler)), Carbón (*Sporisorium scitaminea* Sydow), Cogollo Retorcido o Pokkah Boeng (*Fusarium moniliforme*), Mancha de Anillo (*Leptosphacteria sacchari*), Mancha Parda (*Cercospora longipes* E. Butler) y Mancha Púrpura (*Dimeriella sacchari*); **Bacteriales:** Raya Roja (*Acidovorax avenae* subsp. *avenae*), Raquitismo de la Soca (*Leifsonia xyli* subsp. *xyli*) y Escaldadura Foliar o de la Hoja (*Xanthomonas albilineans*); **Virales:** Mosaico (SCMV) y Hoja Amarilla (SCYLV), entre otras. La tolerancia a los patógenos es muy específica para ciertas variedades, lo cual obliga a la investigación y evaluación permanente de reacción a las mismas en los diferentes entornos productivos.

Realiza las gestiones y acciones técnicas pertinentes orientadas a promover y asegurar la protección y estabilidad fitosanitaria de las plantaciones comerciales de caña de azúcar en todo el país. Para ello se implementan medidas estratégicas de evaluación, estudio y monitoreo continuo, concebidas y ejecutadas en un marco de sostenibilidad y armonía con la naturaleza.

8.5.1. FUNCIONES FITOPATOLOGÍA

- 1) Diagnosticar y cuantificar de manera permanente y sistemática el nivel de daño e impacto provocado por la presencia de enfermedades a nivel local, regional y nacional.
- 2) Realizar un manejo eficaz, económico y sostenible de los diferentes patógenos que en grado variable afectan e impactan las plantaciones comerciales de caña.
- 3) Evaluar, ajustar y/o modificar aquellas prácticas que favorezcan la presencia e incidencia de enfermedades que induzcan la reducción de los rendimientos agroindustriales.
- 4) Estudiar, identificar y desarrollar nuevas alternativas tecnológicas con viabilidad y factibilidad técnico-económica, orientadas a efectuar el combate efectivo de enfermedades en el campo.
- 5) Organizar y establecer mecanismos permanentes y efectivos de diagnóstico del estado fitosanitario de las plantaciones comerciales de caña; así como del nivel económico de daño prevaleciente en las diferentes regiones productoras del país.
- 6) Definir los criterios, metodologías y estrategias de diagnóstico, evaluación y combate de enfermedades, implementando alternativas de manejo integrado técnica y económicamente viables que aseguren un proceso de producción eficiente y rentable.
- 7) Establecer los criterios, definir y operar los mecanismos estratégicos y fiscalizar el control cuarentenario que implica la importación y manejo de clones del exterior, en procura y aseguramiento de la estabilidad fitosanitaria de las plantaciones nacionales de caña.

- 8) Establecer, uniformar y sistematizar las metodologías, técnicas, escalas y registros para la evaluación de enfermedades. Formular y aprobar protocolo.
- 9) Definir los lineamientos y protocolos fitosanitarios vinculados con la producción de plántulas de caña para el establecimiento de semilleros básicos, a partir de material vegetal de alta calidad genética y fitosanitaria, mediante la técnica del cultivo de tejidos vegetales *in vitro*.
- 10) Informar y capacitar al sector azucarero en materia fitosanitaria, para promover y orientar el control de enfermedades mediante el empleo de técnicas integradas de combate que concilien con los principios de la sostenibilidad.



Royá naranja (*Puccinia kuehnii*)

8.5.2. ÁREA DE ACCIÓN

Diagnóstico y monitoreo permanente de enfermedades; empleo de técnicas modernas para el diagnóstico de laboratorio; investigación de patógenos; evaluación de la dinámica poblacional de las principales enfermedades; formulación e implementación de programas de **Manejo Integrado de Cultivo (MIC)** y **Manejo Integrado de Patógenos (MIP)**; medición del impacto productivo y económico provocado por la presencia, afección y daño por enfermedades; asistencia técnica,

información, capacitación y adiestramiento en materia fitosanitaria (CHAVES 2016b).



**Carbón de la caña
(*Sporisorium scitamineum* Sydow)**

8.6. MANEJO DE PLAGAS

La caña de azúcar es calificada como una planta sumamente apetecida por las plagas, lo cual coloca su afección entre los factores más comunes y preocupantes virtud de la incidencia e impacto negativo que las mismas provocan sobre la producción.

Los taladradores del tallo, los chupadores (más abundantes), masticadores de tejidos suculentos y roedores son las plagas de mayor incidencia en el cultivo. SALAZAR *et al* (2016) expresan que “Entre esos organismos podemos mencionar veintisiete especies reportadas en el cultivo en Costa Rica, algunas con un estatus de alta importancia, otras reconocidas como un problema serio bajo condiciones específicas y aquellas recientemente colectadas e identificadas que han sido reportadas en otros países o que ya se ha visto su potencial de provocar daño pero que aún no cubren extensas áreas del cultivo.”

En Costa Rica se ubican las siguientes plagas como las más importantes en razón de su diseminación e impacto agroindustrial: barrenador común (*Diatraea guatemalaella*; *D. tabernella*, *D. saccharalis*); jobotos (*Phyllophaga* spp, *Anomala* spp, *Cyclocephala* spp); salivazo (*Aeneolamia*

spp, *Prosapia* spp, *Zulia vilior*); barrenador gigante (*Telchin atymnius futilis*, *T. atymnius drucei*); chinche de encaje (*Leptodictya tabida*); cigarrita antillana (*Sacharosydne saccharivora*) y la rata cañera (*Sigmodon hirsutus*), entre otros de menor afectación.

Los mecanismos empleados para su control son de muy diversa naturaleza, ubicándose según SALAZAR *et al* (2016) en los biológicos, químicos, feromonas, trampas, físicos, tolerancia varietal, prácticas de cultivo y labranza de suelo.



8.6.1. OBJETIVO

Contribuir con la protección y estabilidad de las plantaciones comerciales de caña de azúcar al ataque de plagas, mediante el empleo de criterios, medidas, tecnologías y estrategias no degradantes, asociadas y armonizadas con los principios de la sostenibilidad, como son el control biológico, etológico y las buenas prácticas agrícolas de manejo en el campo. Esto no implica en absoluto que se obvie y considere el empleo de agroquímicos en casos especiales, aunque son la excepción.

8.6.2. FUNCIONES

1) Diagnosticar y cuantificar de manera permanente y sistemática el nivel de daño e impacto productivo provocado por el ataque de plagas a nivel local, regional y nacional.

- 2) Realizar un manejo eficaz, económico y sostenible de las diversas plagas que en grado e intensidad variable afectan e impactan las plantaciones comerciales de caña.
- 3) Evaluar, ajustar y/o modificar aquellas prácticas de manejo que induzcan y favorezcan la presencia e incidencia de plagas y provoquen la reducción de los rendimientos agroindustriales.
- 4) Estudiar, identificar y desarrollar nuevas alternativas tecnológicas con viabilidad y factibilidad técnico-económica, que permitan efectuar el combate de plagas en el campo.
- 5) Promocionar el **Manejo Integrado del Cultivo (MIC)** y el **Manejo Integrado de Plagas (MIP)**, como estrategias eficaces para el combate efectivo de plagas.
- 6) Evaluar a nivel de campo con la periodicidad y profundidad requerida, la eficiencia técnico-económica y el impacto provocado por el programa de controladores biológicos auspiciado y promocionado por DIECA.
- 7) Seleccionar, evaluar y recomendar los plaguicidas (químicos-sintéticos-naturales) que ofrecen mejor control de plagas bajo condiciones y principios de baja residualidad y baja toxicidad, en procura de minimizar riesgos y posibles impactos negativos sobre el ecosistema.
- 8) Establecer los acercamientos institucionales necesarios y favorecer las Alianzas Estratégicas (público-privadas-académicas) requeridas para promover la investigación y el apoyo técnico conjunto en el ámbito nacional e internacional.
- 9) Mantener al productor cañero debidamente informado, adiestrado y

capacitado sobre la identificación, cuantificación de daño y uso de estrategias viables para realizar el control de las principales plagas que afectan e impactan las plantaciones comerciales de caña de azúcar.

8.6.3. ÁREAS DE ACCIÓN

Diagnóstico y monitoreo regional permanente de plagas en el campo; investigación con plaguicidas naturales y sintéticos; evaluación de la dinámica poblacional de las plagas; implementación de programas de Manejo Integrado de Cultivo (MIC) y Manejo Integrado de Plagas (MIP); medición del impacto provocado por el ataque de plagas; asistencia técnica, información, capacitación y adiestramiento práctico en materia fitosanitaria; producción de productos biológicos orientada a la venta y la exportación.

8.6.4. MECANISMOS DE CONTROL

El control biológico mediante estrategias no degradantes de plagas se realiza mediante el:

- Uso de parasitoides (*Cotesia flavipes*)
- Uso de hongos entomopatógenos (*Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*)
- Uso 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)

Como se anotó, el posible empleo de plaguicidas químicos no está exento dentro de las estrategias de control de plagas, siendo sin embargo específica y dirigida a casos muy particulares plenamente justificados, como acontece cuando es necesario bajar la población y el nivel de plaga en ataques muy calificados.

8.7. AGRONOMIA

Es un área programática de trabajo muy amplia que se vincula con tópicos importantes relacionados con el manejo agronómico de plantaciones comerciales. Incluye temas relevantes asociados con los suelos, la semilla, los semilleros, la preparación y laboreo de terrenos, siembra, distancias y densidades de cultivo, nutrición y fertilización, control de arvenses, riego, drenaje, desaporca y aporca, prácticas de conservación de suelos, maduración y control de madurez, cosecha, quema, calidad de materia prima, relación producción-ambiente, deterioro y pérdidas pos cosecha, transporte de caña, uso de residuos biomásicos y efluentes agroindustriales, estudios de factibilidad técnico-económica e impacto ambiental, entre otros.



8.7.1. OBJETIVO

Generar, adaptar y validar tecnologías en diversas áreas estratégicas y temáticas vinculadas con el manejo óptimo y rentable de plantaciones comerciales de caña de azúcar, que permitan al productor disponer de un componente tecnológico integral del cultivo.

8.7.2. FUNCIONES

- 1) Ejecutar proyectos de generación, innovación y transferencia tecnológica de conformidad con las demandas particulares de los usuarios, según su área de competencia.

- 2) Estudiar el efecto e impacto de los productos naturales (orgánicos) y sintéticos (agroquímicos en general) en cuanto a mezclas, dosis, ciclo vegetativo, criterios, métodos y épocas de aplicación, identificando las más idóneas para cada tipología de usuario, región y localidad productiva; todo bajo principios de racionalidad técnica, maximización productiva y económica, minimización de impactos negativos y optimización de los beneficios generales.
- 3) Adecuar y articular las prácticas generales y particulares de manejo y cosecha de plantaciones (riego, drenaje, fertilización, etc.), a las características propias de la región, con el fin de maximizar capacidades y potenciales.
- 4) Optimizar de manera técnico-económica las diferentes prácticas de manejo agronómico y cosecha de plantaciones; aplicando y teniendo como orientación primaria y principio fundamental el empleo consistente y continuado de las *“buenas prácticas de manejo agronómico”*.
- 5) Atender dentro de sus competencias lo relativo a la calidad de la semilla vegetativa (básica, comercial) empleada para la reproducción de plantaciones comerciales.
- 6) Utilizar y estudiar el empleo racional de los residuos y efluentes generados por la agroindustria azucarera (cachaza, cenizas, biomasa, etc.) y alcoholera (vinazas), incorporando valor agregado a los mismos.
- 7) Promover la utilización de prácticas de conservación ambiental y adecuarlas a las técnicas comerciales de manejo general del cultivo.

- 8) Identificar alternativas agrícolas rentables con potencial de asociar con la caña, que permitan aprovechar el espacio físico y elevar el ingreso del productor.
- 9) Verificar y validar resultados provenientes de los procesos de generación e innovación de tecnologías.
- 10) Integrar, articular y consolidar información tecnológica de manera que conformen guías y orientaciones técnicas para el manejo de plantaciones comerciales de caña de azúcar.
- 11) Publicar, divulgar, prestar asistencia técnica, adiestrar y capacitar al productor en materia de manejo integral, rentable y óptimo de plantaciones comerciales de caña.
- 12) Gestionar, canalizar, negociar, coordinar y participar en la formulación de proyectos de su área de competencia a nivel nacional e internacional.

8.7.3. AREAS DE ACCIÓN

Diagnóstico productivo de plantaciones comerciales; investigación con agroquímicos (fertilizantes, herbicidas, madurantes, hormonas, coadyuvantes, enmiendas, etc.); biotecnología y agroquímicos; producción y uso de semilla (básica-comercial); manejo óptimo de plantaciones comerciales; recomendación e implementación de *“buenas prácticas de manejo agronómico”*; evaluación técnico-económica y estudios de viabilidad y factibilidad de factores específicos de la producción; estudios de cosecha y factores vinculados (mecánica, manual, cruda, quemada); evaluación de residuos y efluentes agroindustriales; estudios de impacto por presencia de basura (*trash*), deterioro y pérdidas de materia prima; estudios asociados con suelos, nutrición, fertilización y ambiente del cultivo.



8.8. UNIDAD DE BIOTECNOLOGÍA Y PRODUCTOS BIOLÓGICOS

La UBPB es una unidad nueva estructurada con el objeto de integrar las labores que se realizan en los laboratorios en materia de producción de controladores biológicos, biotecnología, plantas *in vitro* y substratos orgánicos; además de la labor desarrollada en los invernaderos. Involucra actividades de investigación, transferencia tecnológica y comercial vinculada con la venta y exportación de productos biológicos.

8.8.1. OBJETIVO

Operar de manera centralizada, integrada y articulada las actividades de investigación, diagnóstico y producción realizadas en los laboratorios que posee el departamento actualmente activos (biotecnología, control biológico y cultivo de tejidos); como también la nueva planta de substratos, incorporando criterios de moderación, prudencia, armonía y ponderación que optimicen la labor de los mismos.



8.8.2. FUNCIONES

- 1) Definir los lineamientos y protocolos concernientes a la reproducción de substratos orgánicos y agentes biológicos (hongos entomopatógenos, parasitoides y plántulas de caña reproducidas mediante la técnica del cultivo de tejidos vegetales *in vitro*), requeridos para el control de plagas, reproducción de plantas valiosas y el establecimiento de semilleros básicos, a partir de material vivo de alta calidad y pureza.
- 2) Mantener en lo posible el nivel de autosuficiencia en la producción de substratos orgánicos y reproducción de controladores biológicos y plántulas *in vitro* para uso del sector cañero nacional; generando adicionalmente, un excedente exportable para la venta a usuarios nacionales e internacionales externos al sector azucarero nacional.
- 3) Ajustar, acondicionar y mejorar en la medida de las necesidades, las técnicas y procedimientos de reproducción de substratos y agentes biológicos, manteniendo como principio básico en la planta, el laboratorio y también en el campo, la calidad, la rentabilidad y la eficiencia como criterios fundamentales del sistema.
- 4) Coordinar con los usuarios del sector azucarero nacional e internacional, la disposición y entrega del material biológico requerido y programado; lo cual involucra también al personal de los programas nacionales (variedades, agronomía, fitosanidad) y regionalizado del departamento.
- 5) Definir, canalizar y establecer las necesidades y requerimientos de materiales, recursos y equipos necesarios para el debido cumplimiento

de los planes y programas anuales de producción y entrega de material biológico a usuarios.

- 6) Formular de manera coordinada, articulada y oportuna un plan anual de producción de agentes biológicos y substratos orgánicos, en el cual se identifiquen y satisfagan las necesidades del sector productivo nacional; como también, los compromisos de venta externos (nacional e internacional).
- 7) Los funcionarios regionalizados y programas vinculados deberán identificar, recoger y canalizar oportuna y directamente con la UBPB, la propuesta inicial de requerimientos y necesidades de controladores biológicos, substratos orgánicos y plantas *in vitro*, con el objeto de formular con base en la capacidad real disponible, un plan anual de producción y asignación. Esto implica coordinar con ingenios y productores para definir inicialmente el marco de necesidades.
- 8) Asegurar el uso pleno y la optimización del recurso humano disponible a nivel de planta, laboratorios e invernaderos, favoreciendo su movilización interna en estricta atención de prioridades y necesidades reales.
- 9) Coordinar con los funcionarios de DIECA regionalizados, ingenios y productores beneficiarios, la oportuna entrega y retiro de los productos biológicos asignados.
- 10) Coordinar con el resto de programas la disponibilidad y uso del espacio físico disponible a nivel de invernaderos y laboratorios (investigación), lo cual operará por medio de las **Comisiones de Laboratorios e Invernaderos** creadas internamente para ese fin.

- 11) Coordinar y ejecutar cuando sea necesario, la investigación que se estime pertinente y conveniente para potenciar nuevas tecnologías, incursionar en otras áreas de acción y/o resolver problemas atinentes a la materia.

- 12) Facilitar y coordinar acciones conjuntas de interés institucional y sectorial con otros programas propios o externos a DIECA.



8.8.3. ÁREAS DE ACCIÓN

Reproducción de agentes destinados al control biológico (parasitoides y hongos entomopatógenos) y plántulas por medio de la técnica del cultivo de tejidos *in vitro* en laboratorio; producción de substratos orgánicos; realizar y mantener control de calidad de los materiales biológicos producidos y empleados en el control fitosanitario; promoción y venta de substratos orgánicos, controladores biológicos, plántulas *in vitro* y otros productos o servicios relacionados; prestación de servicios de diagnóstico, asesoramiento, capacitación y adiestramiento de funcionarios; coordinación con otros programas afines vinculados.

Asegurar el buen estado de mantenimiento de la infraestructura de laboratorios, planta de substratos e invernaderos disponible; coordinar el apoyo logístico y de recurso humano vinculado con las actividades desarrolladas; optimizar el aprovechamiento del espacio y los recursos disponibles; sugerir las mejoras que fuesen necesarias.



Nueva planta de substratos orgánicos

8.8.4. MECANISMOS OPERATIVOS

- Operación y articulación de laboratorios de control biológico, plantas *in vitro* y biotecnología
- Gestión productiva, de control y fiscalización de la calidad
- Producción nacional, venta y exportaciones
- Producción de substratos orgánicos
- Control y uso de invernaderos

8.9. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

Esta área laboral resulta muy importante, determinante y trascendental en la gestión institucional desarrollada por DIECA, en consideración de que aproxima, integra y articula la gestión de investigación realizada directamente con el productor y usuarios del servicio tecnológico prestado.

Cabe recordar en esta materia, que el proceso de investigación-transferencia es uno solo, motivo por el cual ambos procesos deben ser estratégica y obligadamente operar como uno solo para ser efectivos (CHAVES 1998a, 1999ab, 2011c, 2015ac, 2016d).

Es por medio de los diferentes mecanismos, estrategias, metodologías y didácticas que se empleen como se comunica, traslada y hace llegar al productor los resultados, productos y recomendaciones de la investigación.

8.9.1. OBJETIVO

Asegurar el apoyo institucional permanente y de calidad al agricultor cañero en procura de su mejoramiento productivo, crecimiento personal y empresarial, para lo cual la información oportuna, la capacitación y el adiestramiento tecnológico son esenciales. Apoyar la gestión de coordinación e integración interinstitucional con las entidades y usuarios interesados.



8.9.2. FUNCIONES

- 1) Promocionar y posicionar la buena imagen de la agroindustria azucarera costarricense en el ámbito nacional e internacional.
- 2) Integrar, conjuntar y articular los esfuerzos institucionales que la agroindustria azucarera nacional desarrolla, con los ejecutados por otros organismos e instituciones afines al sector.
- 3) Promover, favorecer y fortalecer las alianzas estratégicas con otros grupos, centros de investigación, empresas, la academia, instituciones públicas y privadas de carácter nacional e internacional que favorezcan el apoyo y el intercambio técnico.
- 4) Servir de apoyo permanente al productor cañero brindándole servicios básicos de calidad para el buen

desempeño y resultado de su gestión empresarial.

- 5) Facilitar a los productores los servicios básicos de información y transferencia tecnológica por medio de la asistencia técnica especializada.
- 6) Informar, divulgar y dar a conocer a los usuarios del sector en la forma y mediante el empleo de los medios, metodologías y las didácticas adecuadas, los resultados de investigaciones, innovaciones y nuevas prácticas de manejo tecnológico.
- 7) Participar activamente en todas aquellas actividades relacionadas con la agroindustria azucarera, que permitan divulgar y dar a conocer la tecnología recomendada.
- 8) Asegurar que el proceso de generación, innovación y transferencia de tecnología sea operado y ejecutado bajo el concepto pragmático de integración, sistemática y continuidad de las actividades realizadas.
- 9) Promover y asegurar la capacitación y el adiestramiento e instrucción continua del productor cañero.
- 10) Elaborar y divulgar información tecnológica empleando diferentes estrategias, didácticas y metodologías, acorde a las necesidades de los diferentes perfiles, tipologías de agricultor y zonas productoras.
- 11) Utilizar la parcela demostrativa como medio estratégico y participativo de divulgación grupal de las tecnologías promocionadas y recomendadas.
- 12) Fomentar el intercambio de experiencias, la publicación y la divulgación de información relativa a

temas afines con la agroindustria azucarera.

- 13) Organizar y centralizar la información tecnológica que sobre el cultivo existe y ha sido desarrollada en el país, mediante la estructuración de una plataforma de información.
- 14) Promover y favorecer el intercambio participando en redes temáticas y sistemas de información tecnológica a nivel nacional e internacional.
- 15) Estructurar, adecuar y actualizar de manera sistemática (anual) y permanente la estructura de costos de producción agrícola de la caña por región y zona cañera.
- 16) Evaluar mediante estudios de factibilidad técnico-económica los asuntos y factores que inciden más significativamente en la actividad agroindustrial.
- 17) Evaluar a nivel regional el grado de adopción e innovación de las tecnologías generadas y recomendadas.
- 18) Incrementar y mantener actualizado el centro de referencia tecnológica (biblioteca) virtual (web) que posee la agroindustria azucarera, de tal manera que opere como un medio informativo de fácil acceso y consulta para el usuario interesado.
- 19) Servir de enlace en el servicio de consulta e información técnica que el sector brinda permanentemente a las instituciones públicas (Ministerios, SEPSA, Sistema Bancario) vinculadas con la agroindustria azucarera.
- 20) Gestionar, coordinar e integrar actividades técnicas con la academia y centros de investigación científica.



8.9.3. ÁREAS DE ACCIÓN

Promoción de la información, divulgación, capacitación y adiestramiento a usuarios; empleo de métodos, estrategias y didácticas convenientes para la transferencia de tecnología; comunicación de mensajes técnicos comprensibles; prestación de servicios de asistencia técnica especializada a productores (individual-grupal); coordinación, asesoramiento y apoyo institucional; publicaciones y mensajes técnicos; promoción de la imagen institucional; mantenimiento e incremento temático y literario de la Biblioteca Virtual sectorial; estructuración y operación de plataforma informativa.

8.9.4. MECANISMOS OPERATIVOS

- Asistencia técnica especializada
- Capacitación individual y grupal
- Servicios de apoyo, cooperación e información institucional
- Publicaciones y mensajes técnicos
- Biblioteca Virtual
- Plataforma informativa



9. ESTACIÓN EXPERIMENTAL

Se encuentra ubicada en la localidad de Santa Gertrudis Sur de Grecia, provincia de Alajuela, a una altitud de 999 msnm y con una extensión de 3,5 has. En la misma se ubican los laboratorios de control biológico, cultivo de tejidos y biotecnología, la planta de producción de sustratos orgánicos, la unidad de cruzamiento genético, los invernaderos, oficinas administrativas y bodegas (CHAVES 2015e).



9.1. OBJETIVO

Servir de espacio físico e intelectual para la generación e innovación tecnológica desarrollada en ambientes controlados a nivel de laboratorio e invernaderos, y también, como centro de capacitación, información, transferencia, servicio al usuario y apoyo logístico y administrativo para todos los funcionarios.

9.2. FUNCIONES

- 1) Actuar como centro operativo funcional y administrativo del departamento.
- 2) Servir como espacio de reunión para la reflexión, la proposición, el análisis y la capacitación de profesionales, técnicos, empresarios, productores y estudiantes.
- 3) Disponer de un centro de referencia y consulta de material escrito referencial para los usuarios interesados.

- 4) Lugar de reproducción de materiales biológicos (parasitoides, hongos entomopatógenos, variedades, substratos orgánicos y plántulas *in vitro*).
- 5) Centro de reproducción de materiales biológicos destinados a la venta y la exportación.
- 6) Unidad física donde se realizan los cruzamientos genéticos direccionados para la obtención de híbridos nacionales sigla LAICA.
- 7) Lugar donde se efectúa y opera la cuarentena cerrada de los clones importados del exterior.
- 8) Servir como centro para la prestación de servicios técnicos.
- 9) Responder a las necesidades del sector azucarero y la comunidad.

9.3. ÁREAS DE ACCIÓN

Administración, control y fiscalización de actividades; oficinas administrativas; laboratorios de biotecnología, reproducción de controladores biológicos y plántulas *in vitro*; planta de producción de substratos orgánicos; invernaderos y salas de investigación, reunión y capacitación; área de cruzamiento, hibridación genética y cuarentena cerrada; planta de tratamiento hidrotérmico de semilla; comedor, bodegas y área de almacenamiento; zonas verdes.



10. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE

DIECA posee una infraestructura básica propia ubicada en su Estación Experimental de Grecia y otra diseminada por el resto del país, la cual se detalla en el cuadro adjunto.

Ubicación	Características	Capacidad y uso
Grecia	Oficinas	270,0 m ²
Grecia	Salón reuniones	44,0 m ² (30 personas)
Grecia	Laboratorios	856,0 m ²
Grecia	Invernaderos	1.798,0 m ²
Grecia	Cámaras de frío	44,6 m ²
Grecia	Bodegas	146,8 m ²
Grecia	Planta substratos	160 m ²
Grecia	Estación Experimental	3,5 ha.
Turrialba	Finca Tuis	5,0 ha.

Actualmente se realizan mejoras significativas a la infraestructura y sistema eléctrico de la Estación Experimental, que incrementarán en muy corto plazo las capacidades de la misma. Adicionalmente se cuenta con otra área que opera vía convenios, acuerdos cooperativos o simplemente por asignación de las contrapartes para ser empleada en proyectos conjuntos de investigación y o reproducción de semilla; se adjunta cuadro con dicha información.

Facilidades físicas brindadas por terceros: disposición de área en diferentes regiones del país. Año 2016.

Lugar *	Área (ha)
Coopevictoria	3,0
Ingenio Quebrada Azul	3,0
Ingenio Cutris	3,0
Ingenio El General	3,0
Ingenio Atirro	1,5
Ingenio El Palmar	1,5
Ingenio CATSA	3,0
Ingenio El Viejo	3,0
Ingenio Juan Viñas	1,0
Finca Alquilada (UTN- Cañas)	12,3
Total	34,3

* Las áreas son muy variables entre periodos.



11. VENTAS Y EXPORTACIONES

Uno de los logros importantes alcanzados por DIECA durante su gestión institucional, ha sido el poder consolidar tecnologías que le han permitido de manera complementaria a su labor ordinaria de investigación y transferencia, generar recursos económicos como resultado de la producción, venta, comercialización y exportación.

Como indicara CHAVES (2016c, 2017a) en torno al tema *“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.)”*. Existe inclusive un antecedente interesante de venta de una variedad de caña nacional sigla LAICA a una empresa en El Salvador.

Como concluyera CHAVES (2016c) al referirse expresamente a los resultados financieros alcanzados producto de la

gestión de venta desarrollada, *“Esta gestión le ha permitido al sector azucarero nacional ingresar a sus arcas en el término de los últimos 30 años (1984-2015) un total de US\$2.155.582,06 correspondientes a la suma nada despreciable de ₡949.376.243,00 para un promedio anual de US\$69.534,91 y ₡30.625.040, respectivamente. Dichos recursos económicos pasan a formar parte de los ingresos ordinarios que LAICA percibe anualmente por la venta y comercialización de azúcar y derivados, y que luego forman parte del precio final de liquidación reconocido al sector agroindustrial”*.

El cuadro adjunto expone el detalle de los Ingresos Totales generados y recibidos por LAICA (DIECA) por concepto de venta de productos biológicos y prestación de servicios técnicos, expresamente para el periodo 2000-2015 (16 años).

Periodo	Monto percibido		Valor US\$ / ¢
	¢	US\$	
2000-01	22.277.162	66.376	335,62
2001-02	22.185.670	63.296	350,51
2002-03	26.810.765	66.787	401,44
2003-04	22.288.739	51.197	435,35
2004-05	17.739.637	37.381	474,56
2005-06	41.766.111	81.603	511,82
2006-07	47.926.525	92.645	517,31
2007-08	59.926.610	115.437	519,13
2008-09	126.025.120	220.113	572,55
2009-10	93.372.380	178.066	524,37
2010-11	72.385.360	144.492	500,96
2011-12	66.203.744	130.366	507,83
2012-13	85.259.640	172.605	493,96
2013-14	86.237.383	162.911	529,35
2014-15	75.659.293	142.800	529,83
2015-16	81.669.521	151.304	539,77
Total	947.733.660	1.877.379	
Promedio	59.233.354	117.336,2	484,02

Sobre este tema los antecedentes y evidencias son claras en demostrar fehacientemente, que *“Queda evidenciado que DIECA no es apenas un “costo” como algunos creen, sino que también genera recursos financieros por concepto de producción y venta de productos biológicos y servicios profesionales a clientes nacionales y externos, lo que complementariamente posiciona y favorece la imagen del sector”*.

12. VINCULOS INSTITUCIONALES

Por su naturaleza sectorial, especialización institucional y concentración de actividades en el campo tecnológico de la caña de azúcar, DIECA mantiene una amplia, dinámica y pródiga relación con organismos, instituciones y connotados centros de investigación nacional e internacional, que le permiten mantener importantes intercambios en todos los ámbitos del quehacer tecnológico.

En torno y consecuente con este tópico, indica CHAVES (2016e), que *“Una de las áreas importantes de gestión estratégica que desarrolla DIECA a través de LAICA de manera sistemática y continua es la correspondiente a la comunicación y las relaciones interinstitucionales, tanto en el ámbito nacional como internacional, público, privado y académico, la cual opera y desarrolla distintas acciones con el objeto de promover, fortalecer e impulsar los vínculos de colaboración y cooperación, las redes de comunicación y de relación activa y participativa, tanto interna como externa, con otras instituciones y organismos público-privados de investigación e innovación. Se procura con esta iniciativa tejer alianzas y lograr acercamientos con los socios más idóneos para crear equipos capaces de interconectar conocimiento y experiencia que ayuden a las empresas a ser más competitivas, llegar más lejos y a cruzar fronteras en un mundo globalizado.”*

Dicha relación favorece la adquisición de clones promisorios y material genético de caña de muy alto valor, material biológico diverso (cepas de hongo, parasitoides, etc.), información, capacitación y asesoría técnica especializada, entre otros muchos beneficios tangibles.

Actualmente DIECA por medio de LAICA, tiene suscritos numerosos convenios y acuerdos de cooperación con calificados entes especializados en la generación y la promoción de la tecnología agroindustrial vinculada a la caña de azúcar. El cuadro adjunto detalla los vínculos principales.

Convenios internacionales suscritos por LAICA

N°	País	Sigla	Institución Contraparte
1	USA-Hawaii	HARC-Hawaii	Hawaii Agriculture Research Center
2	Brasi	CTC	Centro Tecnologia Canavieira
3	Argentina	EEAOC-Tucumán	Estación Experimental Agroindustrial “Obispo Colombres”
4	USA-Louisiana	USDA -ARS-SAA	U.S. Department of Agricultural Research Service - Louisiana
5	Alemania	DEG	DEG - Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft mbH (Banco DEG)
6	Ecuador	CINCAE (FIADE)	Fundación para la Investigación Azucarera del Ecuador-Centro de Investigación de la Caña de
7	USA-Florida	USDA -ARS-SAA	U.S. Department of Agricultural Research Service - Canal Point
8	Guatemala	CENGICAÑA	Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la Caña de Azúcar
9	Panamá	CALESA	Compañía Azucarera La Estrella S.A.
10	Mexico	CIDCA	Centro de Investigación y Desarrollo de la Caña de Azúcar de México
11	Cuba	INICA	Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar
12	Colombia	CENICAÑA	Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia
13	Brasil	RIDESA	Rede Interuniversitária para o Desenvolvimento do Setor Sucroalcooleiro
14	Australia	SRA	Sugar Research Australia

Fuente: CHAVES SOLERA (2016e)

Está concertado y muy próximo a suscribirse un Convenio con el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA).

Ampliando y extendiendo capacidades operativas, hay igualmente suscritos acercamientos con importantes instituciones nacionales, como acontece con: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA); Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA); Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH); Universidad Técnica Nacional (UTN); Instituto Nacional de Seguros (INS); Banco Nacional de Costa Rica. Programa Nacional de Reactivación Productiva (BNCR); Consejo Rector del Sistema Banca para el Desarrollo y Fideicomiso Nacional para el Desarrollo (SBD-FINADE); Oficina Nacional de Semillas (ONS); Cooperativa de Producción de Caña y Servicios Múltiples de la Región de Turrialba y Jiménez R.L (COOPECAÑITA); Organismo Auxiliar Cooperativo Agroindustrial Atirro, Turrialba (AGROATIRRO), entre otros.

13. CONCLUSIÓN

Juzgar y dimensionar el valor y trascendencia de una institución no resulta sencillo, por cuanto surgen por lo general posiciones diversas que basan y fundamentan su razonamiento en juicios de valor circunstanciales y/o coyunturales de su interés o área particular de acción.

Sin embargo, con la creación y gestión institucional de DIECA, es claro, se han logrado metas importantes y trascendentes que incuestionablemente han favorecido al sector azucarero nacional, entre los que pueden, entre muchos otros, citarse las 15 siguientes como más relevantes: 1) el tema de la investigación y la transferencia tecnológica se ha ordenado, incrementado, especializado y sistematizado; 2) hay un enfoque y priorización hacia el abordaje de

temas de importancia nacional y regional; 3) la identificación de las demandas y necesidades institucionales son definidas de manera conjunta, abierta y participativa con calificados representantes de los dos sectores principales (productor-industrial); 4) la relación y vinculación formal con organismos nacionales e internacionales es muy alta; 5) parte de la gestión institucional ejecutada posee un enfoque hacia la generación de recursos económicos por producción, comercialización y venta de productos biológicos a usuarios externos al sector azucarero; 6) la agricultura de la caña mantiene una importante estabilidad fitosanitaria resultado de las acciones realizadas en diferentes momentos en esa orientación, que han permitido superar satisfactoriamente los problemas con plagas y enfermedades que han impactado nuestras plantaciones comerciales; 7) hay un sano fortalecimiento de la cultura biológica y conservacionista con alineación hacia la sostenibilidad; 8) la cobertura y calidad de la asistencia técnica y atención del productor de caña, particularmente el mediano y pequeño agricultor, se ha ostensiblemente mejorado a nivel regional; 9) operativamente se ha incursionado con éxito en emprendimientos y áreas tecnológicas modernas como son el control biológico de plagas, cultivo de tejidos, biotecnología, mejora genética, producción de substratos orgánicos, producción de semilla básica de alta calidad y pureza genética, prospección fitosanitaria, tratamiento hidrotérmico de material vegetativo; 10) el área de la genética de la planta de caña se ha significativamente promocionado y fortalecido mediante la suscripción de convenios y acuerdos, la importación constante de clones promisorios del exterior y la fabricación de clones nacionales reconocidos y registrados con orgullo por la sigla LAICA; 11) las fuentes de información y la producción de material técnico se ha incrementado, facilitando simultáneamente su acceso y consulta; 12) el departamento ha servido y operado como un necesario e

importante enlace, vínculo y soporte institucional para con las instituciones que demandan y solicitan permanentemente información sectorial; 13) DIECA ha sido un indiscutible gestor de imagen positiva de la agroindustria azucarera a nivel nacional e internacional; 14) DIECA ha promocionado y favorecido la “*democratización y el acceso a la tecnología cañera*”, la cual estuvo por mucho tiempo restringida a ciertos sectores, y 15) como corolario, no hay duda en reconocer y aceptar con justa razón, que con la creación de DIECA se llenó un necesario vacío institucional y logró satisfacer una meta procurada por muchos años.

Los grandes retos y desafíos que hay actualmente planteados para el sector azucarero, sobre todo en el tema del mejoramiento de la productividad agroindustrial y la competitividad sectorial, demandan acciones inmediatas y profundas para superarlas; lo cual, no hay duda, es indiscutiblemente una labor obligada de todos. DIECA tiene insoslayablemente en esta iniciativa un papel determinante e incuestionable que cumplir.

14. BIBLIOGRAFÍA CITADA

- 1) CHAVES SOLERA, M.A. 1992. **DIECA: una respuesta institucional a la necesidad tecnológica de la agroindustria nacional del azúcar.** Revista Azucarera ATACORI (Costa Rica) Año 1, N° 1, San José, octubre. p: 4-6.
- 2) CHAVES SOLERA, M.A. 1993. **Antecedentes, situación actual y perspectivas de la agroindustria azucarera y alcohólica costarricense.** Participación de DIECA en el IX Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, octubre. p: 1-116. También en: Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 9, San José, Costa Rica, 1993. Memoria: Sesiones de Actualización y Perspectivas. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos, octubre. Volumen 1. 116 p.

- 3) CHAVES SOLERA, M.A. 1995. **Participación de DIECA en el desarrollo tecnológico de la caña de azúcar en Costa Rica.** Simposio sobre Mejoramiento Genético de la Caña de Azúcar en Costa Rica, 1, Puntarenas, Costa Rica, 1995. Memorias. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. p: 284-292.
- 4) CHAVES SOLERA, M. 1997. **Resumen del desarrollo histórico de la caña de azúcar en Costa Rica.** Congreso de ATACORI “Roberto Mayorga C.”, 11, San Carlos, Costa Rica, 1997. Memoria. San José, ATACORI, octubre-noviembre. Tomo I p: 112-121.
- 5) CHAVES SOLERA, M.A. 1998a. **Sugarcane research and extension center - DIECA.** World Meeting, 1, and Latinamerican and the Caribbean Meeting of the Directors of Sugarcane Research Centers, 7, Guatemala, 1998. Sugarcane Research Center’s Presentations. Guatemala. CENGICAÑA, GEPLACEA, ASAGUA, 19-25 July 1998. p: 28-38.
- 6) CHAVES SOLERA, M.A. 1998b. **Participación de DIECA en las actividades de generación y transferencia de tecnología desarrolladas en el cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. 49 p.
- 7) CHAVES, M. 1999a. **Papel de DIECA en la Innovación tecnológica de la caña de azúcar en Costa Rica.** Participación de DIECA en el XI Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio. p: 10-33.
- 8) CHAVES, M. 1999b. **DIECA: un esfuerzo institucional puesto al servicio del productor de caña de azúcar en Costa Rica.** Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales, 11, San José, Costa Rica, 1999. Memoria: Aspectos Sociales, Económicos y Políticos. San José, Colegio de Ingenieros Agrónomos: EUNED, julio. Volumen I. p: 173. También en: Participación de DIECA en el XI Congreso

- Nacional Agronómico y de Recursos Naturales. San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, julio 1999. p: 207.
- 9) CHAVES SOLERA, M.A. 2001. **Aporte de los Ingenieros Agrónomos al desarrollo del cultivo de la caña de azúcar en Costa Rica.** LIBRO DE ORO. Colegio de Ingenieros Agrónomos, Medio Siglo de Contribución al Progreso Nacional 1941-1991. San José, Costa Rica: EUNED. p: 225-244.
- 10) CHAVES SOLERA, M. 2010a. **Desarrollo tecnológico de la caña de azúcar en Costa Rica.** Congreso Tecnológico DIECA 2010, 4, Coopevictoria, Grecia, Alajuela, Costa Rica. Memoria Digital. Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), 22, 23 y 24 de setiembre del 2010. Presentación Electrónica en Power Point. 145 Láminas.
- 11) CHAVES SOLERA, M. 2010b. **Desarrollo institucional de la investigación, la innovación y la transferencia de tecnología de la agroindustria azucarera costarricense.** Congreso Salvadoreño de la Ciencia del Suelo, 1, San Salvador, El Salvador. Memoria Digital. Asociación Salvadoreña de la Ciencia del Suelo (ASCS), 10-13 de marzo. Presentación Electrónica en Power Point. 111 Láminas.
- 12) CHAVES SOLERA, M. 2011c. **Comités Técnicos Regionales (COTER) Caña de Azúcar.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. Presentación Electrónica en Power Point. 28 Láminas.
- 13) CHAVES SOLERA, M. 2012. **Sector azucarero costarricense: una agroindustria dinámica en activa evolución y crecimiento.** Congreso Azucarero Nacional ATACORI "Alex Soto Montenegro", 19, Condovac La Costa, Guanacaste, Costa Rica, 2011. Memoria. San José, Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 4 y 5 de octubre del 2012. Presentación Electrónica en Power Point. 115 Láminas.
- 14) CHAVES SOLERA, M.; CHAVARRÍA SOTO, E. 2013. **¿Cómo se distribuye y dónde se cultiva territorialmente la caña destinada a la fabricación de azúcar en Costa Rica?** Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Centroamérica (ATACA), 19, Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Costa Rica (ATACORI), 20, "MSc 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 I. p: 179-203.
- 15) CHAVES SOLERA, M. 2015a. **Comités Técnicos Regionales (COTER) instrumentos institucionales efectivos de planificación para captar y canalizar demandas tecnológicas en la agroindustria azucarera costarricense.** Revista Entre Cañeros N° 2, San José, Costa Rica, junio. p: 5-9.
- 16) CHAVES SOLERA, M.A. 2015b. **1940: inicio de la historia institucional del sector azucarero costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, agosto. 28 p.
- 17) CHAVES SOLERA, M. 2015c. **Histórico de la gestión de transferencia de tecnología desarrollada por DIECA en el sector azucarero costarricense. Periodo 1982-2014 (33 años).** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, setiembre. 50 p.
- 18) CHAVES SOLERA, M.A. 2015d. **1965-2015: 50 años de la creación de LAICA.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, noviembre. 33 p.
- 19) CHAVES SOLERA, M. 2015e. **Ajustes estructurales, operativos y funcionales aplicados en DIECA: avances logrados.** Revista Entre Cañeros N° 1, San José, Costa Rica, marzo. p: 22-30.
- 20) CHAVES SOLERA, M. 2015f. **Demandas tecnológicas desde la perspectiva del productor costarricense de caña de azúcar.** Revista Entre Cañeros N° 3, San José, Costa Rica, diciembre. p: 4-18.

- 21) CHAVES SOLERA, M.A. 2016a. **Panel: Las agroindustrias de los países de la ATALAC: El caso de Costa Rica.** Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Latinoamérica y El Caribe (ATALAC), 10, y Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de México (ATAM), 38. Memoria Digital y Resúmenes. Setiembre 2016, Veracruz, México. Presentación Electrónica en Power Point. 43 Láminas.
- 22) CHAVES SOLERA, M.A. 2016b. **La mejora genética de la caña de azúcar en Costa Rica.** 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.
- 23) CHAVES SOLERA, M.A. 2016c. **Venta de productos y servicios técnicos e ingresos generados por DIECA en su gestión operativa institucional.** Revista Entre Cañeros N° 6, San José, Costa Rica, diciembre. p: 4-15.
- 24) CHAVES SOLERA, M.A. 2016d. **Asistencia técnica y transferencia de tecnología en la agroindustria azucarera costarricense.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, Junio. Presentación Electrónica en Power Point. 73 Láminas.
- 25) CHAVES SOLERA, M. 2016e. **¿Con quiénes se vincula y relaciona institucionalmente DIECA en materia tecnológica?** Revista Entre Cañeros N° 4, San José, Costa Rica, abril. p: 4-10.
- 26) CHAVES SOLERA, M.A. 2016f. **Origen y procedencia de los clones importados por LAICA para selección nacional.** San José, Costa Rica. LAICA-DIECA, mayo. 37 p.
- 27) CHAVES SOLERA, M.A. 2016g. **Demandas tecnológicas desde la perspectiva de los Ingenios azucareros de Costa Rica.** Revista Entre Cañeros N° 5, San José, Costa Rica, julio. p: 4-16.
- 28) CHAVES SOLERA, M.A. 2017a. **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, febrero. 13 p.
- 29) CHAVES SOLERA, M.A. 2017b. **Enfoque biotecnológico integral en DIECA: pasado, presente y futuro.** Revista Entre Cañeros N° 7, San José, Costa Rica, enero.
- 30) DIECA. 2015. **Plan Estratégico 2015-2021.** Grecia, Costa Rica, abril. 46 p.
- 31) LAICA. 1998. **Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 22 de setiembre de 1998.** San José, Costa Rica. 117 p.
- 32) LAICA. 2000. **Decreto N° 28665 – MAG Reglamento Ejecutivo de la Ley Orgánica de la Agricultura e Industria de la Caña de Azúcar N° 7818 del 2 de setiembre de 1998.** San José, Costa Rica 140 p.
- 33) LAICA. 2012. **Reglamento Interno de Organización del Departamento de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA) de LAICA.** San José, Costa Rica, LAICA, mayo. 6 p.
- 34) SALAZAR BLANCO, J.D.; OVIEDO ALFARO, R.; CADET PIEDRA, E. 2016. **Control biológico y otras estrategias de manejo integrado de plagas implementadas en el cultivo de caña de azúcar en Costa Rica.** 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. 17 p.