



La Rita, 13 de diciembre de 2021
CORBANA-DI-CI-044-2021

Ingeniero
Jorge A. Sauma. A.
Gerente General
CORBANA

Estimado ingeniero Sauma:

Con base en las responsabilidades inherentes a mi puesto corporativo como Director de Investigaciones; sírvase encontrar adjunto el informe de gestión correspondiente a mis funciones.

Lo anterior es ocasión de mi jubilación oficial a partir del 15 de diciembre del 2021.

Agradeciendo su atención, reciba usted Sr. Sauma la mayor de mis consideraciones.

Atentamente,

Jorge A. Sandoval F.
Director de Investigaciones
CORBANA

JSandoval/ Sjc/*

*Copia. MBA. Marjorie Ureña C.; Subgerente General
Lic. Omar Sánchez R. Asistente Ejecutivo de Gerencia
Dr. Rafael Segura M. Dirección de Investigaciones
Bach. Alice Hernández., Jefe de Recursos Humanos
Archivo*

INFORME DE GESTIÓN DEL TRABAJO EN LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES DE LA CORPORACIÓN BANANERA NACIONAL (CORBANA).

¹Por: Ing. Jorge A. Sandoval. PhD.



¹ Director del Centro de Investigaciones de CORBANA, La Rita.
jsandoval@corbana.co.cr

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción	4
2. Creación de CORBANA y del Centro de Investigaciones	5
3. Objetivos estratégicos de CORBANA en relación con la investigación científica	8
4. Objetivos de la Dirección de Investigaciones	8
5. Norte de la Dirección de Investigaciones	9
6. Aportes de la administración “per se” y de la administración de la investigación	9
7. El Comité Asesor de la Dirección de Investigaciones	12
8. Banco de Germoplasma jardín clonal - colección de musáceas	13
9. Investigación científica versus productividad	16
10. El Congreso Internacional sobre Banano	20
11. Impacto, importancia y valor agregado de la realización de los congresos:	22
12. Cronología de aspectos relacionados con el plan de acción de Costa Rica para la exclusion ante la amenaza del Foc R4T	29
13. Acciones recientes de trabajo en la Dirección de Investigaciones	48
14. CORBANA y su apoyo institucional ante la Academia	90
15. Investigación estratégica: relaciones interinstitucionales, nacionales e internacionales	113
16. Relaciones nacionales interinstitucionales	116
17. Actualización de la Revista CORBANA	117
18. Impactos e hitos de la investigación científica en CORBANA en 43 años	124
19. “QUO VADIS” Investigaciones	131
20. Lista de acrónimos:	140

1. INTRODUCCIÓN

Las acciones, actividades y trabajo de investigación que se describen y quedan testimoniadas por escrito en este informe, están enmarcadas dentro de un concepto de enfoque global, con trabajo interdisciplinario, encaminado hacia la optimización de los recursos humanos y la racionalización de los recursos financieros. El fin primordial fue y es brindar soluciones científicas aplicables a nivel de finca bananera para promover el proceso de mejoramiento de las condiciones productivas del sector.

Cabe señalar que las metas son alcanzadas, concomitantemente con la disposición de un programa planificado de trabajo. Asimismo, se lleva a cabo una adecuada supervisión del cumplimiento de los objetivos y de las prioridades de la investigación.

Se planifica la investigación para lograr un manejo más integral de los problemas fitosanitarios que afectan al cultivo, un adecuado manejo del recurso suelo y, un eficiente trabajo ecofisiológico del cultivo, apoyados en técnicas y metodologías de agricultura de precisión, biotecnología, entomología, diagnóstico de enfermedades, nutrición mineral, análisis de laboratorio, climatología, análisis moleculares y de control biológico. Se continúa fomentando la puesta en práctica de metodologías más amigables con el ambiente, culminando con tecnologías más limpias de producción. En síntesis, este esfuerzo implica llevar a cabo investigación aplicada en primera instancia (75%), e investigación básica en segunda (25%), en beneficio del productor bananero nacional. Se fomenta el ser parte de la solución trabajando en forma interdisciplinaria, en forma conjunta y colaborativa entre los ejes de trabajo; tratando de obviar el individualismo. Además del proceso científico como tal, también se presenta la información relacionada con el trabajo de gestión y/o administración de la investigación que lleva a cabo la Dirección de Investigaciones.

Se lleva a cabo un arduo trabajo técnico – científico y administrativo, en cumplimiento del plan de acción ante la amenaza de la raza 4 tropical de *Fusarium*. El tema es de alta prioridad para la Dirección de Investigaciones desde el año 2006 y es punto fundamental en el plan estratégico corporativo.

Para cumplir con todo este trabajo, la Dirección de Investigaciones ha contado y cuenta con el concurso de las autoridades corporativas, del personal profesional científico y administrativo y de todo el personal colaborativo, de las alianzas estratégicas nacionales e internacionales, del trabajo en equipo, de la participación de expertos asociados y, con la dedicación completa de su presupuesto a acciones investigativas que permiten dar un valor agregado a la razón de ser de CORBANA y de la Dirección de Investigaciones: *Servir al productor bananero nacional*.

Además de todo el trabajo de coordinación científica, seguimiento experimental, discusión, lectura de artículos, análisis, lectura y corrección de informes de progreso y finales, visitas a experimentos, asuntos de apoyo administrativo y, otras labores adicionales asignadas por mi jefatura inmediata o por mandato de la Junta Directiva, en el cuadro 1 se presentan las actividades y/o acciones actuales que requieren la atención del Director de Investigaciones.

En los cuadros 2-3 y 4 se indica lo relacionado con el portafolio de experimentos, las acciones y actividades llevadas a cabo por los ejes de trabajo que componen a la Dirección: Fitoprotección, Relación Suelo - Planta y Fisiología - Clima - Producción. A posteriori, siempre siguiendo la temática de presentación de la información utilizando cuadros y esquemas, se encontrarán otras informaciones relevantes con nuestro quehacer en la Dirección. Se finaliza con un resumen de lineamientos, recomendaciones, u hoja de ruta a seguir, que se presenta con la meta de continuar con el cumplimiento de los objetivos establecidos realizando trabajo con impacto científico, social, y ambiental para la continuidad y sostenibilidad del primer producto de exportación agrícola de Costa Rica; el banano.

2. CREACIÓN DE CORBANA Y DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES

El 16 de noviembre de 1971, se aprobó la ley N° 4895, que en su artículo 1 establece: “ Se autoriza la creación de una empresa con participación del Estado y del Sistema Bancario Nacional, la cual se denominará “Asociación Bananera Nacional Sociedad Anónima, la cual se regirá por la presente ley y porque dispone del código de comercio para las sociedades en general y las sociedades anónimas en especial” mediante la cual se creó la Asociación Bananera Nacional (ASBANA); hoy denominada Corporación Bananera Nacional (CORBANA), en virtud de la ley N° 7147 (30 abril 1990). Efectivamente revisando el archivo institucional corporativo se encuentra que la Junta

Directiva de la Asociación Bananera Nacional (ASBANA) con mandato en el año 1971, fue la que propició la ideología institucional y la naturaleza jurídica y organizacional del ente, en el cual hoy orgullosamente trabajamos.

Dicha Junta Directiva, gestora del “modus operandi” de CORBANA estaba conformada de la siguiente manera:

Lic. Jorge Rossi Chavarría	Presidente
Ing. Rodolfo Gurdian Montealegre	Vicepresidente
Ing. Moisés Soto Ballesteros	
Ing. Claudio Volio Guardia	
Sr. Manuel Naranjo Coto	
Sr. Fletcher Hatch F.	Gerente General

El 16 de noviembre de 1971, se aprobó la ley N° 4895, mediante la cual se creó la Asociación Bananera Nacional (ASBANA); hoy denominada Corporación Bananera Nacional (CORBANA), en virtud de la ley N° 7147. Con gran visión de futuro, ocho años después, sus directores decidieron la puesta a punto y en marcha de un Departamento de Investigación Científica, al servicio del productor. Efectivamente revisando el archivo institucional corporativo se encuentra que la Junta Directiva de la Asociación Bananera Nacional (ASBANA) con mandato en el año 1978, fue la que acordó crear un Departamento de Investigaciones al servicio del productor bananero independiente.

La Junta Directiva en dicho momento estaba constituida de la siguiente manera:

Ing. Marco A. Madriz de Mezerville	Presidente en representación del Consejo de Gobierno.
Lic. Carlos Formoso Herrera	Representante del Sistema Bancario Nacional
Ing. Carlos Luis Ramírez Sánchez	Representante del Sistema Bancario Nacional
Lic. Oscar Cruz Salazar	“Representante del Sector Empresarial Privado”
Sr. Carlos Manuel Rojas López	“Representante del Sector Empresarial Privado”
Ing. Rafael A. Ureña Madrigal	Gerente General
Lic. Alvaro Rodríguez Gutiérrez	Subgerente General
Lic. Guillermo Mora Sibaja	Auditor interno
Sr. Carlos Guillermo Porras Fallas	Secretario

Con gran visión de futuro, ocho años después, sus directores decidieron la puesta a punto y en marcha de un Departamento de Investigación Científica, al servicio del productor.

La decisión de establecer un Departamento de Investigaciones al servicio del productor bananero independiente se tomó en la sesión N° 93-11-78, celebrada el día 07 de noviembre de 1978, artículo 3 punto 1, para lo cual se consignó: **“Crear un Departamento para la Investigación del banano, según inquietudes y condiciones que se dan en la parte expositiva del presente capítulo para lo cual se comisiona al señor Gerente Ing. Rafael A. Ureña Madrigal”**.

La coordinación del Departamento de Investigaciones se delegó en un brillante profesional. Se puede leer en el acta de la Sesión de Junta Directiva N° 101-12-1978, llevada a cabo el 5 de diciembre de 1978 lo siguiente:

- a) “Nombrar al señor Ramiro Jaramillo Celis con carácter de Asistente de la Gerencia de ASBANA en el campo de la investigación de Banano, a quien se le solicita coordinar con UPEB, el Programa de Investigación que se pretende realizar por parte de los países asignados, a fin de que por parte de Costa Rica y que por medio del Sr. Jaramillo Celis se mantenga una información oportuna en cuanto al desarrollo del Programa”.
- b) “Se autoriza a la Gerencia para ponerse de acuerdo con el señor Ramiro Jaramillo, quien iniciará labores con ASBANA a partir del mes de enero de 1979”.

En dicho momento, se disponía de un medio de divulgación escrito, donde se editaban y se publicaban noticias y aspectos relevantes del quehacer de la Asociación. Este medio de comunicación era la Revista de la Asociación Bananera Nacional. En su primer editorial (Año 1. N° 1, ASBANA) se lee: “Nuestra misión fundamental es servir al productor y al trabajador bananero. La actividad bananera es uno de los elementos básicos del sector agrícola. Por eso también importantísima en la economía general del país”.

3. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DE CORBANA EN RELACIÓN CON LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

- “Resolver necesidades de mejoramiento agronómico.”
- “Realizar investigación de manera eficiente.”
- “Realizar trabajo para mantener la productividad.”
- “Llevar a cabo trabajo para aumentar la productividad.”
- “Realizar investigación científica al menor costo posible.”
- “Efectuar trabajo investigativo con base en necesidades.”
- “Ser considerada por los productores como una institución de investigación que responde a sus necesidades”.
- “Lograr que los ingresos de los servicios de laboratorio cubran sus costos.”

4. OBJETIVOS DE LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES

- Realizar investigación aplicada y básica en el cultivo del banano para mantener y/o aumentar la productividad del productor nacional.
- Propiciar el desarrollo de la investigación aplicada con resultados en el corto y en mediano plazo, al menor costo posible.
- Planificar, diseñar y realizar investigación a nivel de laboratorio y campo.
- Realizar investigación colaborativa e interdisciplinaria.
- Realizar la difusión y la aplicación del conocimiento generado entre los productores.

5. NORTE DE LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES

Siete líneas de trabajo fundamentan la razón de ser actual de la puesta en marcha de la investigación en CORBANA.

- Reducción de pesticidas
- Salud y calidad del suelo
- Manejo integral de los problemas agronómicos y fitopatológicos.
- Control biológico de plagas y enfermedades.
- Cambio climático y variabilidad climática.
- Buenas prácticas agrícolas y manejo ambiental
- Oferta de servicios al productor

6. APORTES DE LA ADMINISTRACIÓN “PER SE” Y DE LA ADMINISTRACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El trabajo con proyectos de investigación científica requiere necesaria y concomitantemente, de una plataforma administrativa “per se” propiamente dicha y otra considerada como administración de la ciencia. Ambas implican trabajar en forma interdisciplinaria para lograr llegar a las metas y objetivos, siendo entonces la administración también una ciencia y un arte. ¿Por qué un arte? A estas alturas del siglo XXI, mundo globalizado y por lo tanto interconectado electrónicamente la administración de un Centro de Investigación como el de CORBANA, se torna un arte ya que se requiere la coordinación con personalidades diversas; algunas con habilidades blandas y otras con carencia de ellas y esto requiere e implica creatividad.

Conforme la ciencia cada vez avanza más, también debe hacerlo el arte y la técnica de Administrar. Con base en la dimensión de lo anteriormente indicado la administración del Centro de Investigaciones de CORBANA; trabajando siempre en manejo honorable de los recursos

asignados, en el cumplimiento de sus deberes y en la responsabilidad inherente a propiciado y llevado a cabo en la línea del tiempo, obras importantes necesarias para el trabajo conjunto de las personas en el cumplimiento de los objetivos corporativos. Algunos ejemplos son:

- Interacción con autoridades pertinentes para la puesta a punto del presupuesto anual asignado, seguimiento y manejo del mismo.
- Dotación de identidad al Centro de Investigaciones mediante la colocación de astas y banderas de Costa Rica y de CORBANA.
- Instalación de seguridad y construcción de “planché” de concreto en entradas principales al Centro de Investigaciones.
- Adquisición de una pantalla profesional para la proyección adecuada de conferencias.
- Cambios en infraestructura de ingreso a instalaciones, adoquinado, portones de acceso.
- Construcción del laboratorio de Control Biológico y Biología Molecular
- Cambio de sistema eléctrico (acometida principal) en todo el Centro de Investigaciones y casas de habitación zona residencial
- Puentes internos en finca experimental
- Construcción de vivero área de Fisiología
- Remodelación de infraestructura para uso de comedor de trabajadores agrícolas
- Sistemas de alarma de incendios y de evacuación en caso de emergencias
- Circuito de sistema de cámaras para apoyo a la seguridad del Centro de Investigaciones.
- Construcción de servicios sanitarios para colaboradores y usuarios de la Sala de Conferencias
- Sistema de control de ingresos a áreas de acceso restringido.
- Pasos cubiertos entre edificaciones.
- Resguardo para planta eléctrica laboratorio Control Biológico
- Cambio pentagrama eléctrico Finca Experimental y zona residencial
- Adquisición de equipo de sonido sala de conferencias
- Colocación de pararrayos en Centro de Investigaciones
- Sala para recepción de muestras

- Construcción baños para aplicadores de agroquímicos (Finca Experimental)
- Proyecto de construcción de comedor para colaboradores
- Adquisición de equipo para laboratorios
- Áreas de parqueo para vehículos del personal, incluyendo motos y bicicletas
- Protección del margen del río que colinda con el área de bodegas
- Cambio de tanque de agua para labores en el laboratorio de Nematología
- Puesta a punto y manejo administrativo del sistema de proyectos
- Ordenamiento y adecuación de bodegas para custodia de reactivos y materiales
- Remodelación de casa de huéspedes para uso de oficinas Asistencia Técnica
- Construcción de parqueo en área de Asistencia Técnica
- Soporte administrativo para el área de Asistencia Técnica
- Salidas de emergencia en laboratorios de Fitopatología, Nematología y Cultivo de Tejidos
- Aplicación de protocolos internos para COVID y Fusarium
- Equipamiento de consultorio médico
- Construcción de área para preparación de mezclas y sustratos, área de Suelo-Planta y Fisiología.
- Remodelación de invernadero Fisiología (cambio de estructura de madera a metal)
- Remodelación interna laboratorio Químico
- Remodelación interna laboratorio Fitopatología
- Cambios en sistemas de aires acondicionados por cumplimiento de vida útil, cambiando a tecnologías más amigables con el ambiente.
- Gestión en ordenamiento de instrumentos de control interno (redacción e implementación de manuales, reglamentos y normativa interna)
- Colaboración con profesionales de investigación y coordinadores en aspectos de manejo administrativo del Centro de Investigaciones.

7. EL COMITÉ ASESOR DE LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES

Un merecido reconocimiento por su desinteresada labor técnica y científica merece el Comité Asesor de la Dirección de Investigaciones, equipo conformado por un selecto grupo de personas con amplios conocimientos en el cultivo del banano y áreas afines a la aplicación de la ciencia. Dicho grupo se reunió durante más de diez años, no menos de ochos veces por año. Su objetivo siempre fue: discutir, revisar, asesorar, proponer, opinar, sugerir sobre algún tema afín a la Dirección de Investigaciones a saber: propuestas de investigación por parte de los profesionales de CORBANA, propuestas de temas de trabajo de estudiantes, artículos publicados, avances del portafolio de proyectos de la Dirección, tendencias mundiales de la investigación en musáceas; necesidades de investigación y derroteros a seguir. Las distinguidas personas que conformaron este Comité fueron:

- Sr. Romano Orlich Carranza. (q.d.D.g)
- Sr. Ramiro Jaramillo Celis.
- Sr. Oscar Arias Moreira.
- Sr. Edmundo Taylor.
- Sr. Juan Lang Quirós.
- Sr. Edgar Quirós G.
- Sr. Jorge A. Sauma Aguilar
- Sr. Felipe Vargas.
- Sr. Eduardo Gómez Bodden

8. BANCO DE GERMOPLASMA JARDIN CLONAL - COLECCIÓN DE MUSÁCEAS

Se logró posicionar al banco de germoplasma de CORBANA como uno de los referentes de la diversidad genética de las musáceas más importantes a nivel de América Latina. Actualmente, está registrado oficialmente ante la Comisión de Recursos Fitogenéticos de Costa Rica, en coordinación con la FAO. Es el único banco de germoplasma de América Latina registrado en la Red de Recursos Fitogenéticos de Musa (MUSANET) “Bioversity International”. Su importancia es reconocida en Costa Rica y allende nuestras fronteras. En noviembre del 2019 fue el laboratorio de campo para el evento internacional. En el 2009 se realizó y publicó una reseña sobre su importancia, la cual se transcribe a continuación.

Muy pronto; con el transcurso del presente año, su importancia será resaltada al aumentar su acervo de accesiones con más de 15 introducciones provenientes de la colección de musáceas de la Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA).



EL BANCO DE GERMOPLASMA DE LA CORPORACIÓN BANANERA NACIONAL: UNA FUENTE VALIOSA DE GENES (2009)

Jorge A. Sandoval F. Director de Investigaciones

SITIO DE ORIGEN DE LOS BANANOS, PLÁTANOS Y OTRAS MUSÁCEAS

El Sureste Asiático es considerado el lugar de origen de los bananos, los plátanos y otros tipos de musáceas (*Musa* AA, AB, AAA, AAB). Todas las musáceas existentes en África y en América, tienen por lo tanto su centro de diversidad genética, en la Costa Pacífica de Asia.

De África Occidental, originarios posiblemente de Nueva Guinea, se introdujeron algunos cultivares de *Musa* a Islas Canarias y luego, en el año 1516, se llevaron a América. No obstante, evidencias antropológicas sugieren que ya existían musáceas en el Continente Americano antes de la llegada de Cristóbal Colón.

IMPORTANCIA Y OBJETIVO DE MANTENER UN BANCO DE GERMOPLASMA

Generalmente la mayoría de las especies vegetales se ven afectadas, de una u otra manera, por erosión genética. El género *Musa* no es la excepción. Se ha informado que poco a poco cultivares y tipos silvestres de plátano (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*: AAB, ABB) y banano (*Musa acuminata* AAA) desaparecen de su centro de diversidad genética y otros lugares, a causa de desastres naturales, agricultura nómada y deforestación. Por tal motivo y debido a que son cultivos muy importantes para la alimentación humana, la conservación del germoplasma de *Musa* es una actividad prioritaria. En este sentido, el establecimiento de bancos de germoplasma

en condiciones de campo e *in vitro* en el laboratorio, son una necesidad.

El objetivo de mantener un banco de germoplasma es principalmente conservar la diversidad genética, fuente de genes diferentes. También son aprovechados para realizar trabajo de mejoramiento genético, mediante cruzamientos entre plantas compatibles y fértiles, para determinar en su descendencia la posible resistencia a plagas y enfermedades y otras características deseables (vigor, precocidad, calidad).

Las plantas de un banco de germoplasma pueden ser utilizadas, asimismo, para cuantificar el potencial agronómico y fisiológico, de los diferentes genotipos. Las colecciones de germoplasma son también usadas con objetivos de docencia.

LA COLECCIÓN DE MUSACEAS DE CORBANA

La Corporación Bananera Nacional (CORBANA) tomó la decisión en 1989 de establecer un banco de germoplasma en condiciones de campo. En 1999 dicha colección fue revisada taxonómicamente, debido a la introducción y siembra de otros materiales genéticos. Hoy veinte años después se encuentra registrada en las bases de datos de "Bioversity International", ente mundial que coordina y regula recursos fitogenéticos, en la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), y en la Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos. Se cuenta en total con 105 introducciones de los principales grupos genómicos que componen

el género *Musa*. Entre ellos se encuentran *Musa acuminata* (AA) y *Musa balbisiana* (BB).

Se cuenta también con otros tipos diploides AA (Figs. 3 y 4), triploides AAB (Fig. 2) híbridos naturales AAB, (Fig. 1), y ABB (cuadrados) (Fig. 5), y tetraploides (AAAA, AAAB) producto de programas de mejoramiento convencional, (EMBRAPA, FHIA), variantes somaclonales y una serie de musáceas de valor ornamental.

Actualmente gran parte de los genotipos presentes en el banco son objeto de estudio con respecto a la sensibilidad al estrés biótico, como lo es el caso del comportamiento ante el ataque de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*), al nematodo barrenador (*Radopholus similis*) y a aspectos relacionados con la calidad postcosecha (calidad organoléptica).

El Banco de Germoplasma de CORBANA es un acervo de genes de resistencia a plagas, enfermedades, estrés fisiológico y a condiciones adversas (sequía, frío) el cual se considera un capital al que se acudirá para futuros trabajos de mejoramiento genético. Así por ejemplo, los tipos Yangamby Km5, Calcuta 4 y Pisang Jaribuaya, presentan resistencia genética al nematodo *Radopholus similis*. Igualmente los diploides Calcuta 4, Pisang Berlin, y Niyarma Yik, poseen genes de resistencia natural a la Sigatoka negra.

Para efectos de minimizar riesgos, ante una posible erosión genética, una réplica de dicho banco se conserva mediante cultivo *in vitro* en el Laboratorio de Biotecnología de CORBANA. Asimismo, se contempla la aplicación de las herramientas de biología molecular para efectos de clasificación taxonómica (identidad genética).



Fig. 1. cv. Prata (*Musa* AAB).



Fig. 2. cv. Maia Maoli o Maqueño (*Musa* AAB).



Fig. 3. *Musa acuminata* subsp. *malaccensis* (*Musa* AA).



Fig. 4. Híbrido DM7. *Musa acuminata* malaccensis (AA) x Madang (AA).



Fig. 5. cv. Cuadrado (*Musa* ABB).

9. INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA VERSUS PRODUCTIVIDAD

Desde que se creó la Dirección de Investigaciones de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA), uno de sus principales objetivos fue trabajar para obtener y mantener una alta productividad en la producción bananera de Costa Rica. Esta misión puede constatarse en los comentarios y temas escritos en los documentos de aquella época. El camino para llegar a ella fue apostando a la aplicación de la tecnología y la innovación, a las cuales solo se llega mediante la aplicación del método científico. Fue así como durante muchos años, Costa Rica fue el líder en productividad mundial en el cultivo del banano. Actualmente sigue siendo una de las productividades más altas del mundo. El papel de la investigación científica en este logro es indudable. Dentro del conjunto de factores que están involucrados, definitivamente la investigación al servicio del productor; ha jugado y mantiene un rol preponderante.

Hoy Costa Rica es un referente mundial en productividad para los países que producen banano. Es una de las productividades más altas en el mundo; sin aumento del área de cultivo, con muy altos estándares de calidad para exportación y con un impacto social, ambiental y científico. En la Dirección de Investigaciones de CORBANA se llegó a entender que la aplicación de la ciencia es inherente a la investigación para así proyectar a la industria bananera con un alto índice de innovación.

En el año 2016 Costa Rica obtuvo una exportación de 112 millones de cajas de 18,14 kilos cada una, una productividad de 2487 cajas por hectárea por año, y una generación de divisas de 999,7 millones de dólares. Al año siguiente (2017) dichas cifras fueron aumentadas con una exportación de 128,1 millones de cajas, de 18, 14 kilos cada una, una productividad de 2988 cajas por hectárea, y una generación de divisas de 1043 millones de dólares.

En el 2018 hubo un pequeño descenso en la productividad, debido a la presencia de factores adversos de clima, en detrimento de la producción.

La figura 1 muestra que excepto en el año 2015 (con condiciones extremas de clima), los productores bananeros nacionales tuvieron una producción igual o por encima de las comercializadoras. El año de mayor diferencia fue el 2020 con una exportación de 131 millones de cajas y, una productividad récord histórica de 3100 cajas /ha. Esto significó un ingreso por divisas de 1114,2 millones de dólares.

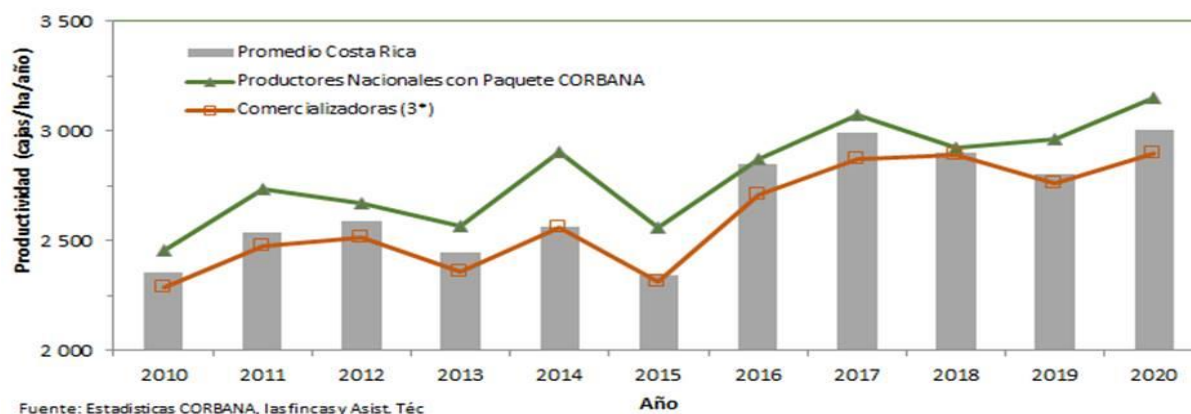


Figura 1. Comparación de la productividad de productores nacionales contra la de las tres principales comercializadoras entre 2010 y 2020.

Existe un mayor contraste si se hace una comparación entre las fincas que siguen el paquete de fertilización recomendado por la Dirección de Investigaciones de CORBANA y las comercializadoras (Figura 2). La diferencia es más consistente durante todo el periodo evaluado con un promedio mayor general de 200 cajas/ha en las fincas con paquete CORBANA. Además, que estas fincas superan también al promedio de productividad nacional. Se evidencia que la adopción de técnicas desarrolladas con base en resultados de Investigación científica, favorecen una mayor productividad, esto independientemente de la productividad nacional y las condiciones climáticas predominantes.

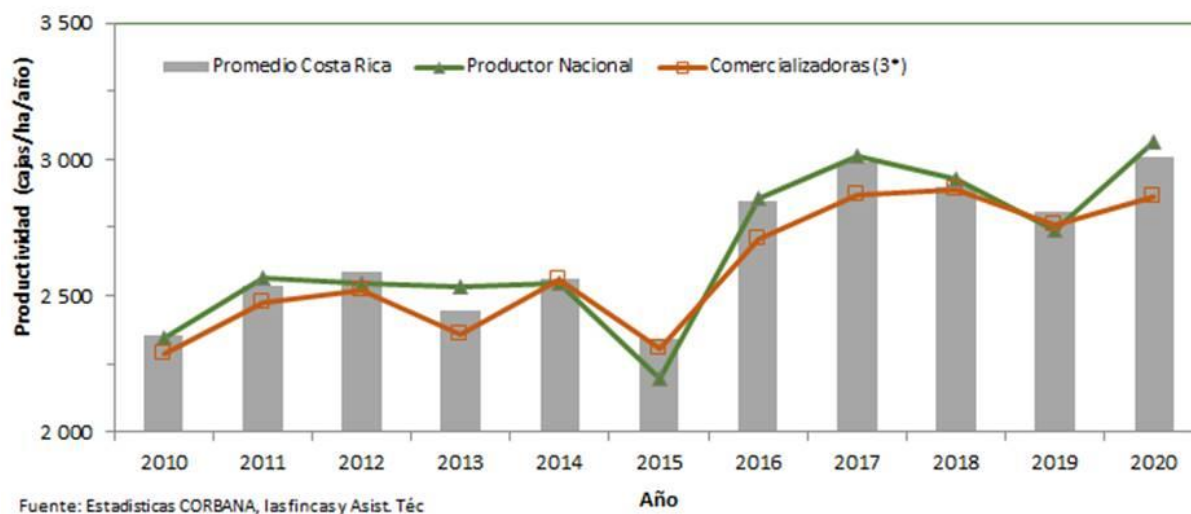


Figura 2. Comparación de la productividad de productores nacionales con paquete de nutrición CORBANA contra la de las tres principales comercializadoras entre 2010 y 2020.

La temperatura promedio mensual del año 2020 fue superior de los últimos 4 años, principalmente en los meses de enero a julio, incluyendo el mes de noviembre, por otro lado, no se presentó la disminución de temperatura que se registra generalmente en el mes de Julio (Figura 3). Esta condición climática de la temperatura influencio el aumento en Unidades de Calor durante todo el año 2020 superando los 400 UC acumuladas en los meses de abril a noviembre, (Figura 4). Este comportamiento en las Unidades de Calor tiene una influencia positiva en el desarrollo del cultivo de banano, acelerando la emisión foliar y mejorando el retorno de las unidades de producción, lo cual se refleja en la productividad alcanzada durante el año 2020.

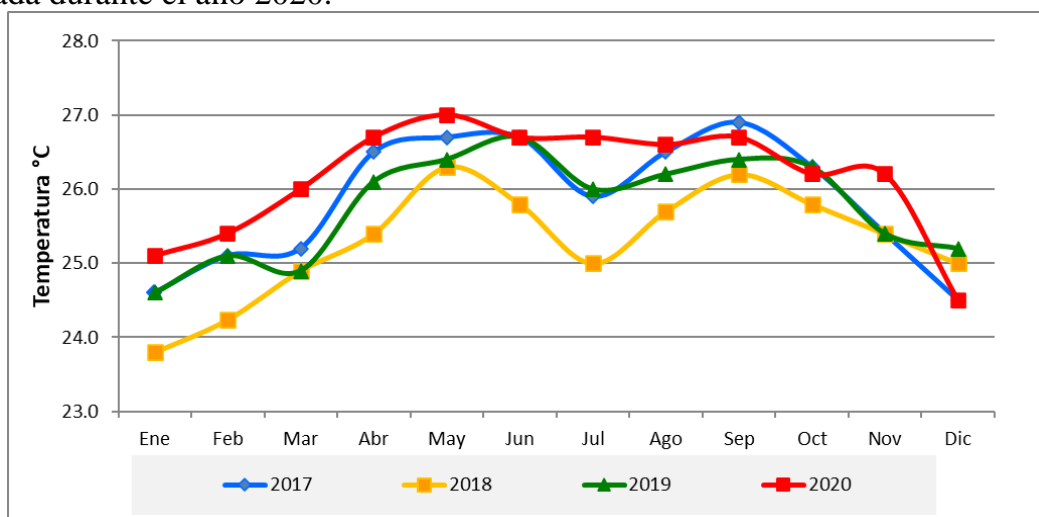


Figura 3. Comportamiento de la temperatura promedio mensual durante los años 2017 a 2020.

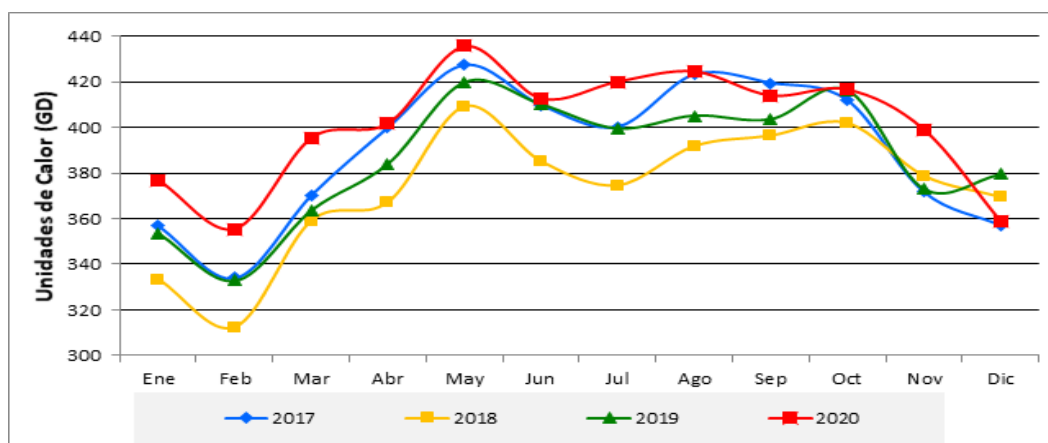


Figura 4. Comportamiento mensual del acumulo de Unidades de Calor durante los años 2017 a 2020.

Con respecto al comportamiento de las precipitaciones (Figura 5), el año 2020 presentó un comportamiento similar al 2017, los meses de febrero, marzo, setiembre y octubre presentaron un déficit de lluvias. Sin embargo, esta condición fue de manera alterna, registrando menos de 100 mm de lluvias. No obstante, hubo una distribución homogénea de la precipitación en los demás meses del año. Además, no se presentaron eventos extremos de precipitación que causaran inundaciones y excesos de lluvias, que generalmente se presentan en los meses de junio, julio, noviembre, diciembre y enero, condición que generalmente influencia de manera negativa el desarrollo de las plantas al reducirse el sistema radical e interferir en la absorción de nutrientes. El promedio anual de lluvias fue de 3362 mm.

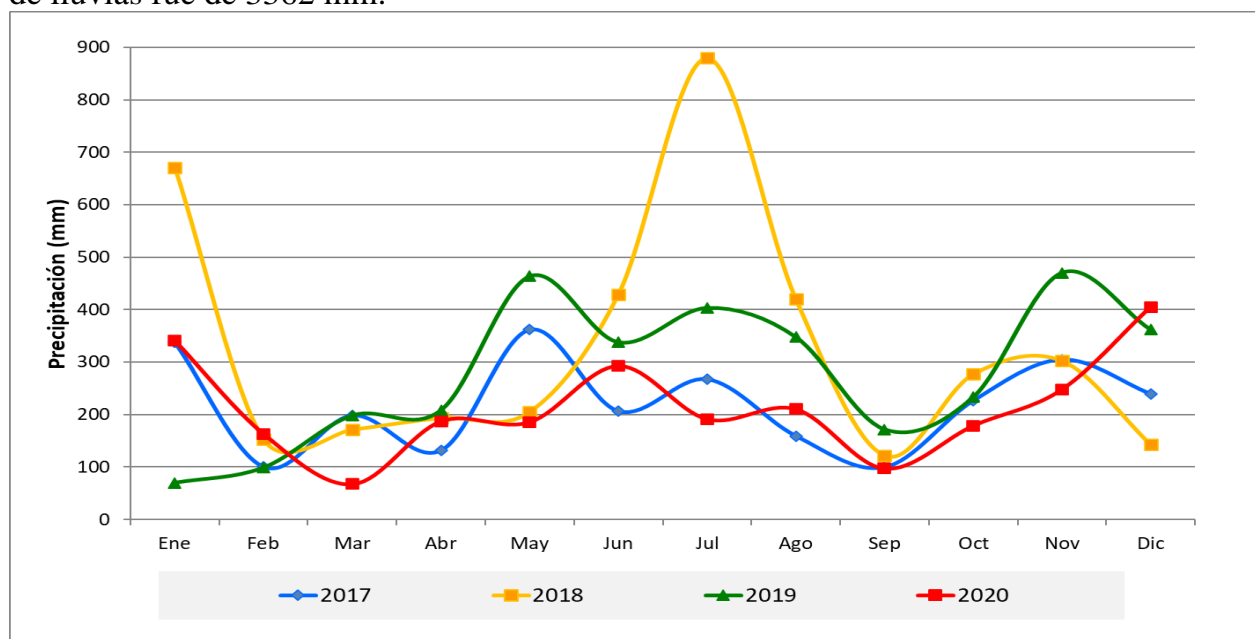


Figura 5. Promedio mensual de la precipitación durante los años 2017 a 2020.

Las condiciones de clima presentadas en el año 2020, específicamente las variables de temperatura y de precipitación presentaron un comportamiento óptimo para influenciar positivamente en el desarrollo de las unidades de producción de la planta de banano. La combinación de estos dos factores podría estar favoreciendo alrededor del 10% al 20 % de incremento en la producción, considerando que el sistema productivo tenga un paquete técnico y agronómico adecuado.

10. EL CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BANANO

Con el Comité Asesor iniciamos los Congresos de CORBANA, como una manera de transmitir al productor los resultados de los trabajos de investigación, iniciando en el año 2005.

Efectivamente, fue a inicios de las sesiones con el Comité Asesor, luego de discutir críticamente, analizar y valorar, que se concluyó que una manera de mantener interacción y comunicación con el productor era informándole de los resultados relevantes de la aplicación de la investigación, mediante presentaciones cortas en una sesión tipo congreso. Fue así como nació el primer acercamiento con los productores, extensivo a proveedores, académicos y otros interesados, mediante un Congreso Técnico Científico Bananero Nacional. Con una periodicidad de dos años se llevaron a cabo los simposios, los cuales debido al éxito, la demanda de los participantes y la calidad de las presentaciones evolucionó en organización y migró a San José con objetivos de ampliar la participación de los interesados. Nuevamente el factor de organización de altura y calidad del contenido facilitó y propició que el evento adquiriera alcances internacionales, tanto por la presencia de connotados conferencistas de renombre mundial, como de un poder de convocatoria allende nuestras fronteras. Con el apoyo total de la Gerencia General y la Junta Directiva el congreso trasladó su sede a la ciudad de Miami, a partir del año 2016; incorporando temas no sólo técnicos- científicos, sino también de otras áreas y facetas de la industria bananera. El hecho de realizar el evento fuera de Costa Rica, obedeció a una acción sin precedentes solicitada por los propios productores, como una medida de prevención y exclusión de la enfermedad del marchitamiento del banano R4T. Para tales efectos se consolidó el Comité Organizador para valorar, concluir y decidir sobre todos los aspectos organizacionales, de logística, y de puesta a punto y en marcha del evento. Dicho Comité fue y está conformado por las siguientes personas:

1. Ing. Jorge A. Sauma A. Gerente General y presidente del Comité.
2. Licda. Marjorie Ureña, Subgerente General y encargada de aspectos financieros.
3. Dr. Jorge A. Sandoval, Director de Investigaciones y encargado de asuntos científicos.
4. Sr. Juan Vicente Barrantes. jefe de proveeduría y encargado de asuntos logísticos.
5. Lic. Omar Sánchez, Asistente de gerencia y encargado de asuntos logísticos.

6. Licda. Marlene Fernández, Jefa de la Agencia Interamericana, encargada de la organización general.
7. Licda. María Fernanda Sandoval, Ejecutiva de la Agencia Interamericana y encargada de la organización general.

Actualmente el evento trascendió efectivamente fronteras y, es considerado un punto de referencia internacional para la discusión de temas diversos y relevantes de la actividad bananera a nivel mundial.

A manera de resumen, en el cuadro 1 y figura 6 se presenta una síntesis de los congresos (año, fecha, tema y lugar) desde su inicio a la fecha.

Cuadro 1. Congresos científicos realizados por la Corporación Bananera Nacional (CORBANA).

Año	Fecha	Tema	Lugar de realización
2005	7 al 9 Setiembre	Transferencia de tecnología y divulgación del conocimiento científico a los productores.	Hotel Suerre, Guápiles.
2007	13 al 15 Noviembre	Construyendo un futuro sostenible.	Hotel Suerre, Guápiles.
2009	10 al 13 de noviembre	Del Laboratorio al campo.	Hotel Suerre, Guápiles.
2012	20 al 24 de febrero	Hacia dónde va la industria bananera... ¿Qué dicen los expertos?	San José, Costa Rica.
2014	24 al 27 de febrero	El desafío de los mercados bananeros.	San José, Costa Rica.
2016	19 al 22 de abril	Unidos por el desarrollo bananero.	Miami, Florida. U.S.A.
2017	26 al 29 de setiembre	El mercado bananero en el 2020: Desafíos y oportunidades.	Miami, Florida. U.S.A.
2019	28 al 31 de mayo	Megatendencias de la industria bananera.	Miami, Florida. U.S.A.



Figura 6. Memorias escritas de las ponencias de los congresos.

11. IMPACTO, IMPORTANCIA Y VALOR AGREGADO DE LA REALIZACIÓN DE LOS CONGRESOS:

- Disponibilidad de especialistas de renombre mundial, sin costo alguno para CORBANA, por impartir una conferencia.
- Acceso a información científica actualizada.
- Relación personalizada con los especialistas que son el puente para capacitaciones del más alto nivel a nuestro personal, participación en proyectos internacionales con opción de financiamiento externo, trabajo colaborativo, intercambio y/o donación de materiales para realizar investigación.
- Acceso a información científica publicada en revistas especializadas.
- Interacción de los productores con los principales proveedores de materiales para sus fincas.
- Relación personalizada de los productores con entes comercializadores de la fruta producida en sus fincas.
- Oportunidades de agronegocio para los productores.
- Reconocimiento mundial de CORBANA como una institución que organiza eventos de impacto mundial y realiza investigación científica del más alto nivel.

- Un solo ejemplo ilustrativo de lo anteriormente señalado fue el lanzamiento de la declaración ante la amenaza Foc RT4, llevada a cabo en el Congreso realizado en el año 2016; y firmado por los investigadores en el tema de Fusarium raza 4 tropical (Foc R4T) más connotados en su momento. Dicha declaración se transcribe a continuación:



Declaración conjunta para la defensa de la industria bananera de América Latina y el Caribe ante la amenaza de la Raza 4 Tropical del Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* -- Foc R4T).

En concordancia con los temas técnicos y científicos presentados y discutidos durante el VI Congreso Internacional sobre banano de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA-Costa Rica) y la XXI Reunión Internacional de la Asociación para la cooperación en investigación y el desarrollo integral de las musáceas (ACORBAT), sita en la ciudad de Miami del 19 al 22 de abril del 2016 y, ante la potencial amenaza de la entrada a América Latina y el Caribe de la raza 4 tropical del hongo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc R4T), agente causal de la marchitez por Fusarium del banano (también conocida como mal de Panamá); los científicos participantes, abajo firmantes, consideran este un tema de la más alta importancia y prioridad para los países del continente Americano. Por lo tanto, acuerdan hacer un llamado a las autoridades pertinentes y apoyan de manera conjunta los siguientes considerandos y recomendaciones:

Considerandos:

1. Que los bananos y plátanos son de alta relevancia socio---económica en los países productores, siendo uno de los cinco productos en importancia a nivel mundial, que esos cultivos son fuente de empleo y de seguridad alimentaria para millones de personas, que constituyen una entrada de divisas a los países productores proporcionando desarrollo y una mejor calidad de vida a sus habitantes, que son materia prima para un sinnúmero de productos agroindustriales y que son parte de la cultura y tradición de muchos países alrededor del mundo.

2. Que *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, raza 4 tropical (Foc R4T), considerada una plaga cuarentenaria ausente en el continente latinoamericano, es la mayor amenaza del sector bananero a nivel mundial, que limita seriamente su producción; que es un patógeno con potencial de provocar una crisis socio-económica de dimensiones incalculables para los países productores de bananos de América Latina y el Caribe.

3. Que aún existe desconocimiento a nivel regional por parte de los actores involucrados en las cadenas productivas del plátano y del banano, del peligro que representa Foc R4T y, que las capacidades instaladas en los países productores de plátanos y bananos en América Latina y Caribe son insuficientes para enfrentar una eventual epidemia de Foc R4T.

Recomendaciones:

1. Que las organizaciones Nacionales y Regionales de Protección Fitosanitaria y entidades similares, así como instituciones que realizan trabajo con bananos y plátanos, como centros de investigaciones, centros de enseñanza, proveedores de servicios y todos los involucrados en la cadena productiva, incorporen y fortalezcan en sus estrategias de acción contra Foc R4T, el principio de EXCLUSIÓN del patógeno, que significa evitar la entrada del patógeno Foc R4T a los países de América Latina y el Caribe.

2. Llevar a cabo campañas de concientización a nivel nacional y regional especialmente en los países con mayores riesgos de epidemias de Foc R4T. Difundir medidas simples y prácticas de prevención que se puedan llevar a nivel de fincas, bajo el principio de LLEGUE LIMPIO; REGRESE LIMPIO. Estas campañas deberán contar con la opinión de expertos en el tema, con el fin de dirigir y manejar los mensajes de la manera más clara, efectiva e idónea, manejando un lenguaje adecuado de acuerdo al tipo de público evitando ambigüedades de comunicación y sensacionalismo.

3. Establecer relaciones de cooperación entre Organizaciones Nacionales y Regionales de Protección Fitosanitaria en países donde Foc R4T esté presente, y países de América Latina y Caribe que garanticen un flujo de informaciones transparentes y confiables que fortalezcan las estrategias de prevención de entrada del patógeno, así como las capacidades de respuestas ante una eventual incursión del mismo.

4. Promover capacitaciones técnico---científicas a nivel nacional, regional e internacional para el personal de servicios de extensión, oficiales fitosanitarios, productores y otros grupos de interés, con el objetivo de implementar o fortalecer acciones de vigilancia fitosanitaria, prevención de entrada, identificación de síntomas, monitoreo, muestreos, colecta y transporte de muestras, adopción de medidas cautelares de cuarentena y en su caso implementar acciones de mitigación ante una eventual incursión del patógeno Foc R4T.
5. Que los países productores de musáceas en alianza estratégica con el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), apoyen amplia y efectivamente el “Plan de Acción Regional para la Prevención de la Entrada de Foc R4T al continente Americano, así como el “Plan de Contingencia ante un Brote de la Raza 4 Tropical de *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense elaborado por el OIRSA y colaboradores.
6. Cumplir en forma estricta las recomendaciones para viajeros que visiten países donde Foc R4T está presente, que constan en el documento elaborado en el año 2011 por Bioversity International, la Red Latinoamericana y del Caribe para la Investigación y el Desarrollo de las Musáceas (MUSALAC) y otras entidades relacionadas con la industria. Estas recomendaciones deben ser revisadas, actualizadas y ampliamente divulgadas.
7. Posibilitar en los países de la región laboratorios de referencia para el diagnóstico y el análisis de muestras sospechosas de Foc R4T. Asimismo, establecer colaboración oficial con un laboratorio fuera de la región productora de banano y plátano de América Latina y el Caribe para intercambio de experiencias, estandarización de protocolos, capacitaciones y verificaciones cruzadas.
8. Que la importación de plantas de musáceas de países fuera de América Latina y el Caribe se haga sólo en caso extremadamente necesario. En ese caso, que éstas sean de países sin presencia de Foc R4T. Las plantas deben venir en forma de cultivo in vitro, originarse de plantas madres indexadas y certificadas libres de Foc R4T. Se debe adjuntar la certificación original o copia fiel certificada de los análisis realizados indicando detalladamente los procedimientos utilizados (ejemplo si es PCR, secuencias de los imprimadores, condiciones de amplificación entre otros). Los procedimientos de certificación deben basarse en los protocolos más adecuados y científicamente recomendados en el momento del análisis. Los análisis deben provenir de

laboratorios acreditados por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria (ONPF) del país de origen.

9. Estudiar y diagnosticar casos de *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense (Foc) afectando variedades del subgrupo Cavendish u otras musáceas comúnmente no afectadas por este patógeno en países de América Latina y el Caribe para evitar falsas alarmas sobre una posible incursión de Foc R4T en el continente americano.

10. Realizar estudios genotípicos y fenotípicos de las poblaciones de *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense, presentes en los países productores de plátanos y bananos de América Latina y el Caribe, para caracterizar las poblaciones existentes y certificar que Foc R4T no está enmascarado en variedades susceptibles a las poblaciones de las razas 1 y 2. Estos estudios deberán ser realizados de manera coordinada usando procedimientos estándares que posibiliten la comparación de resultados entre los diferentes países.

11. Reexaminar y fortalecer las medidas de vigilancia fitosanitaria y cuarentena vigentes en los puertos de entrada de los países de América Latina y Caribe. Asimismo, realizar inspecciones y simulacros sobre las medidas de vigilancia, cuarentena y alertas en aeropuertos, puertos marítimos y fronteras terrestres para evitar o minimizar el riesgo de ingreso de Foc R4T al continente.

12. En caso de que una eventual incursión de Foc R4T se detecte oficialmente en un país de la región del OIRSA, se deben seguir las directrices establecidas en el “Plan de contingencia ante un brote de la raza 4 tropical de *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense en un país de la región del OIRSA”. Asimismo, en países fuera del mandato del OIRSA y donde no exista un Plan Nacional de Contingencia específicamente elaborado para Foc R4T y aprobado por la Organización Nacional de Protección Fitosanitaria, deben seguir esos procedimientos con el objetivo de erradicar, contener y/o prevenir la diseminación del patógeno a nivel de fincas, país y región.

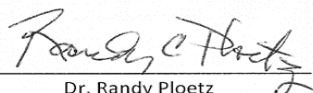
13. Las organizaciones nacionales y regionales de protección fitosanitaria y entidades similares, deben identificar y generar oportunidades y opciones de financiación para llevar a cabo proyectos de investigación que apoyen el Plan de Acción Regional, para la prevención de la entrada de Foc TR4 en América Latina y el Caribe, desarrollado por OIRSA y colaboradores. Con el fin de garantizar una ejecución adecuada y eficaz de este Plan de Acción, un Coordinador general debe ser nombrado. Las agencias gubernamentales deben identificar los mecanismos adecuados para

contratar a un experto competente y garantizar la ejecución de la agenda del Plan de Acción a nivel nacional, regional y global.

14. Identificar mecanismos para la creación de un fondo regional de apoyo a la investigación y medidas preventivas ante amenazas fitosanitarias para los cultivos de plátano y banano.

15. Divulgar las recomendaciones y consideraciones del presente simposio científico a todos los países, especialmente a las Organizaciones Regionales y Nacionales de Protección Fitosanitaria, Ministerios de Agricultura y oficinas nacionales y regionales de la FAO en América Central, del Sur y el Caribe.

Dado en la ciudad de Miami, Estados Unidos de Norteamérica a los 21 días del mes de Abril del 2016.



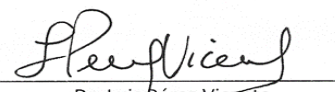
Dr. Randy Ploetz
Universidad de Florida
U.S.A.



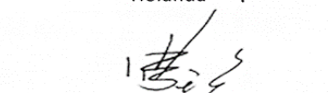
Dr. Miguel Ángel Dita Rodríguez
Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria
EMBRAPA /Brasil




Dr. Gert Kema
Universidad y Centro de Investigación de Wageningen
Holanda



Dr. Luis Pérez Vicente
Instituto de Investigación y Sanidad Agropecuaria
INISAV /Cuba



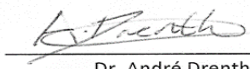
Dr. Yi Ganjun
Academia de Ciencias de la Agricultura de Guangdon
República Popular de China



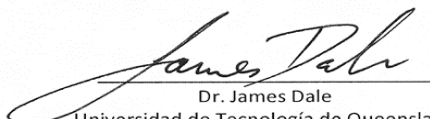
Dr. Agustín Molina
Bioversity International
Asia - Pacífico



Dr. Fernando Haddad
Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria
EMBRAPA /Brasil



Dr. André Drenth
Universidad de Queensland
Australia



Dr. James Dale
Universidad de Tecnología de Queensland
Australia

Testigos de honor:

Ministerio de Agricultura de Costa Rica, Sr. Felipe Arauz

Presidente de CORBANA, Sr. Eduardo Gómez

Gerente General CORBANA, Sr. Jorge A. Sauma

Presidente de ACORBAT, Sr. Jorge A. Sandoval

Presidente de MUSALAC, Sra. Mildred Cortés

Representante de OIRSA, Sr. Carlos Urías

Representante de WBF /FAO. Sr. Luud de Clerck

Representante de Agrocalidad. Sr. Carlos Muentes

12. CRONOLOGÍA DE ASPECTOS RELACIONADOS CON EL PLAN DE ACCIÓN DE COSTA RICA PARA LA EXCLUSION ANTE LA AMENAZA DEL FOC R4T.

Actividad	Fecha	Lugar
La Dirección de Investigaciones informa a las autoridades de CORBANA de la amenaza de <i>Fusarium</i> R4T.	Mayo, 2006	San José, Costa Rica
La Gerencia General de CORBANA envía nota al Sr. Ministro de Agricultura, Alfredo Volio, advirtiéndole sobre la amenaza que significa la presencia de enfermedades exóticas en Sureste Asiático incluyendo el Foc R4T.	11 de agosto de 2006	San José, Costa Rica
CORBANA participa en la resolución de Panamá, MUSALAC-ante la amenaza de Foc R4T.	26 de octubre de 2007	David, Panamá
CORBANA envía nota a la presidencia de la Comisión de Enfermedades de las Musáceas, informando y advirtiéndole sobre la necesidad de tomar acciones de exclusión ante la amenaza Foc R4T.	18 de febrero de 2008	San José, Costa Rica
CORBANA participa de la resolución de ACORBAT ante la amenaza Foc R4T.	10-14 de noviembre del 2008	Guayaquil, Ecuador
CORBANA forma parte de la resolución de Mérida-MUSALAC ante la amenaza Foc R4T.	06 de junio de 2009	Mérida, Venezuela
Profesionales de CORBANA ofrecen conferencia sobre Foc R4T ante convocatoria del Colegio de Ingenieros Agrónomos.	Julio, 2009	San José, Costa Rica

La Gerencia General de CORBANA envía comunicado a la industria bananera costarricense, informando sobre las acciones que el SFE tiene contempladas para evitar ingreso del Foc R4T.	08 de julio de 2009	San José, Costa Rica
CORBANA recomienda solicitar al SFE prohibir la importación de cualquier material de <i>Musa</i> , de países con evidencia comprobada de la presencia de Foc R4T.	10 de julio de 2009	San José, Costa Rica
La Gerencia General de CORBANA envía al Sr. Ministro de Agricultura y Ganadería Sr. Javier Flores Galarza, nota alertando sobre la amenaza de Foc R4T.	30 de julio de 2009	San José, Costa Rica
“Participación activa en la reunión de grupos de interés sobre los riesgos de la raza 4 tropical de Foc y otras plagas de las musáceas”.	29-31 julio de 2009	San Salvador, El Salvador
La Junta Directiva de CORBANA emite un acuerdo solicitando al OIRSA y a “Bioversity International” la adopción de una política de medidas fitosanitarias ante la amenaza de Foc R4T.	17 de setiembre de 2009	San José, Costa Rica
CORBANA es co- coordinadora del “Taller de entrenamiento sobre diagnóstico y caracterización de la marchitez por <i>Fusarium</i> o Mal de Panamá”.	22-26 de febrero, 2010	Turrialba, Costa Rica
La Gerencia General remite a la Sra. Ministra de Agricultura Sra. Gloria Abraham P., nota informativa y una solicitud para hacer frente común ante Foc R4T.	16 de mayo de 2011	San José, Costa Rica

CORBANA participa activamente en la redacción del documento para distribución mundial: “Recomendaciones para prevenir la entrada de Foc R4T”.	21 de junio de 2011	San José, Costa Rica
La Gerencia General remite nota al SFE invitando a trabajar juntos en la capacitación e investigación sobre el Foc R4T.	01 de agosto de 2011	San José, Costa Rica
CORBANA inicia proyecto de investigación Foc Raza 1; en asocio con BIOVERSITY y EMBRAPA International.	30 de enero de 2013	Centro de Investigaciones La Rita, Costa Rica
Se inician los estudios de doctorado del MSc. Rafael Segura M., en el tema: <i>Fusarium</i> vrs. estrés abiótico.	02 de abril de 2013	Universidad de Wageningen, Holanda. (Proyecto INREF)
La Gerencia envía carta a la Ing. Magda González A. Directora del SFE alertando sobre las noticias en el continente asiático de Foc R4T.	11 de octubre de 2013	San José, Costa Rica
La Gerencia General envía nota a la Sra. Ministra Gloria Abraham P, indicando el interés y apoyo de CORBANA en trabajar en forma conjunta ante la amenaza Foc R4T.	11 de octubre de 2013	San José, Costa Rica
La Gerencia General envía misiva a la Sra. Ministra de Agricultura Sra. Gloria Abraham P, indicando sobre la aparición de Foc RT4 en Jordania y Mozambique atacando bananos Cavendish.	14 noviembre de 2013	San José, Costa Rica

La Gerencia General de CORBANA remite una nota a la Sra. Ministra de Agricultura, Sra. Gloria Abraham P., solicitando se desarrolle una estrategia nacional ante Foc R4T.	29 de abril, 2014	San José, Costa Rica
CORBANA organiza una mesa redonda Foc. R4T. V Congreso Int. sobre Banano.	26 de febrero de 2014	San José, Costa Rica
Primera reunión para elaboración del Plan Nacional de Acción, Foc R4T.	21 de marzo de 2014	CORBANA, La Rita.
Segunda reunión para elaboración del Plan Nacional de Acción (Prioridades de Investigación). Foc. R4T.	25 de abril de 2014	CORBANA, La Rita.
La Comisión de Musáceas aprueba formalmente el Plan de Acción, Foc R4T.	05 de junio de 2014	CORBANA, La Rita.
Profesionales del Centro de Investigaciones brindaron capacitación a profesionales del SFE sobre Foc R4T.	27 de junio de 2014	Turrialba – Centro de Investigaciones, Costa Rica
Presentación y entrega del plan al Sr. Ministro de Agricultura, Dr. Felipe Arauz.	08 de agosto de 2014	San José, Costa Rica
La Junta Directiva invita y recibe al Sr. Ministro de Agricultura Dr. Felipe Arauz y le expone la problemática Foc R4T y le solicita el apoyo correspondiente.	11 de agosto de 2014	San José, Costa Rica
El Sr. Ministro de Agricultura envía el Plan de Acción de Costa Rica a la FAO y al OIRSA.	19 de agosto de 2014	MAG- San José, Costa Rica

CORBANA apoya, participa y forma parte de REMIFOC (Red para el Manejo Integral de la Marchitez del Foc R4T).	1-3 de setiembre de 2014	San José, Costa Rica
Participación en el taller de expertos para discutir estrategias regionales de exclusión Foc R4T.	14-15 de octubre de 2014	Guayaquil, Ecuador
I Reunión sobre Prevención de Foc R4T con Productores Nacionales. Entrega de material divulgativo.	22 de octubre de 2014	CORBANA La Rita
La Gerencia cursa nuevamente invitación por parte de la Junta Directiva al Sr. Ministro Felipe Arauz, con la finalidad de ahondar en el tema Foc R4T.	08 de diciembre de 2014	San José, Costa Rica
Se remiten cartas a los Ministros de Agricultura (Felipe Arauz), y de Relaciones Exteriores (Manuel González) insistiendo en la necesidad de crear y poner en práctica, una estrategia nacional contra el Foc R4T.	16 de diciembre de 2014	San José Costa Rica
FAO organiza Conferencia Internacional de Consulta Técnica, para la prevención y manejo de <i>Fusarium</i> . CORBANA participa activamente por medio del M.Sc. Mauricio Guzmán, quien expone el “Plan de Acción de Costa Rica”.	9-10 de diciembre de 2014	Roma, Italia
Participación en el evento Seminario de Información y Concientización Foc R4T. CORBANA expone el “Plan de Acción de Costa Rica”.	17 de diciembre de 2014	Changuinola, Panamá
CORBANA remite nota informativa y de ofrecimiento y colaboración a la Gerencia de plátano ante la amenaza Foc R4T.	29 de enero de 2015	San José, Costa Rica

La Gerencia General envía comunicado al Ing. Francisco Dall' Anese, Director del SFE solicitando tratar el tema Foc R4T con profesionales de Investigaciones.	13 de febrero de 2015	San José, Costa Rica
II Reunión sobre Prevención de Foc R4T con Productores Nacionales. Entrega de material divulgativo.	18 de febrero de 2015	CORBANA, La Rita
Reunión con la Gerencia y Administración de Cía. Internacional de Banano para coordinar la puesta en práctica de las medidas de prevención contra Foc R4T.	24 de febrero de 2015	Finca San Pablo, Costa Rica
CORBANA participa activamente en el "Taller para la elaboración de un Plan de Acción Continental, Foc R4T". CORBANA propone la contratación vía OIRSA, de un coordinador regional para los asuntos de Foc R4T.	9-13 de marzo de 2015	Tecámac, México.
CORBANA imparte conferencia sobre Foc R4T en el Colegio de Ingenieros Agrónomos.	10 de marzo de 2015	San José, Costa Rica
Reunión con la representante de OIRSA en Costa Rica (Dra. Xinia Solano) para coordinar planes nacionales y regionales.	9 de abril de 2015	UCR, Turrialba.
Reunión con el Sr. Ministro de Agricultura (Dr. Felipe Arauz). Solicitud de apoyo al plan de acción contra Foc R4T a nivel nacional y continental.	22 de abril de 2015	San José, Costa Rica
Participación de la Dirección de Investigaciones en presentación del análisis de riesgo, posibles puertas de entrada de Foc R4T a Costa Rica.	24 de abril de 2015	Centro de Investigaciones La Rita, Guápiles

<p>La Junta Directiva y la Gerencia General de CORBANA, convocan a reunión general de productores, con el objetivo de informarles sobre los últimos conocimientos de la enfermedad del <i>Fusarium</i> y acciones llevadas a cabo para mantener la meta de exclusión de dicho patógeno a nuestro país.</p>	<p>28 de abril de 2015</p>	<p>Sala de eventos de CORBANA, San José, Costa Rica.</p>
<p>La Gerencia General remite misiva al Sr. Ministro de Agricultura y Ganadería, Dr. Felipe Arauz C., solicitando colaboración para la implementación de varias medidas. Asimismo, se solicita una reunión de análisis entre los especialistas de investigaciones de CORBANA y los profesionales del S.F.E.</p>	<p>08 de mayo de 2015</p>	<p>CORBANA, San José, Costa Rica.</p>
<p>La Dirección de Investigaciones de CORBANA participó en reunión con el Sr. Ministro de Agricultura de Costa Rica, el Sr. Carlos Urias, Director Regional del OIRSA, la Dra. Xinia Solano, Directora OIRSA Costa Rica y el Dr. Ronald Romero. Se avanzó en el tema sobre el Plan Continental ante <i>Fusarium</i>. Se acordó realizar la reunión de seguimiento en CORBANA en el mes de octubre de 2015. Se visitó las instalaciones del Centro de Investigaciones de CORBANA. Se concluyó continuar aunando esfuerzos: CORBANA - MAG - OIRSA - U.C.R. - S.F.E.</p>	<p>04-05 de junio de 2015</p>	<p>U.C.R. – San José y Centro de Investigaciones CORBANA – Guápiles.</p>
<p>Se realizó reunión con el Director del Servicio Fitosanitario del Estado (S.F.E.) Sr. Francisco Dallanese y con la Subdirectora (Sra. Arlette Vargas). Se discutió sobre medidas de prevención, análisis de riesgos, divulgación y capacitación a funcionarios del S.F.E.</p>	<p>08 de junio de 2015</p>	<p>S.F.E. San José.</p>

CORBANA, por medio del M.Sc. Mauricio Guzmán presenta en la “V Técnica Bananera de Colombia” el “Plan de acción y prevención de CR ante la amenaza de Foc R4T” y llama la atención por acciones regionales efectivas.	13 de agosto de 2015	Urabá, Colombia
CORBANA por medio del M.Sc. Mauricio Guzmán, brinda conferencia sobre Foc R4T y su prevención a productores de banano y plátano de la zona de Talamanca	18 de agosto de 2015	Municipalidad de Talamanca
La Gerencia general de CORBANA envía nota (GG-447-2015) al Ing. Francisco Dall’Anese (Director del SFE-MAG) insistiendo en la necesidad de publicar el análisis de riesgo ante la amenaza de Foc R4T y a partir de este análisis tramitar la firma de un decreto gubernamental para la prevención y exclusión de Foc R4T en Costa Rica.	18 de septiembre de 2015	San José
Se llevó a cabo un día de campo en Finca San Pablo denominado: “ Medidas de Prevención y Bioseguridad Para el Manejo del Mal de Panamá (Foc R4T) ”. Hubo una participación de más de 100 personas, relacionadas todas, con la industria bananera costarricense. Se realizó una amplia difusión verbal y escrita, sobre el tema. Además se presentó un video financiado y patrocinado por CORBANA, sobre recomendaciones para prevenir el ingreso de Foc RT4 en fincas bananeras de Costa Rica.	01 de octubre de 2015	Finca San Pablo
CORBANA, por medio del M.Sc. Mauricio Guzmán, brinda conferencia sobre Foc R4T y su prevención a estudiantes y profesores del TEC San Carlos.	6 de octubre de 2015	TEC-San Carlos

<p>CORBANA, por medio del M.Sc. Mauricio Guzmán, brinda conferencia sobre Foc R4T y su prevención a estudiantes, profesores, Agrónomos y productores de la zona de San Carlos.</p>	<p>3 de diciembre de 2015</p>	<p>Escuela Técnica Agrícola Agroindustrial (ETAI), Santa Clara, San Carlos.</p>
<p>La Gerencia General y la Dirección de Investigaciones de CORBANA desarrollan un video sobre Foc R4T para informar y alertar de la amenaza que representa la enfermedad y llamar la atención sobre la importancia de las medidas de prevención. El mismo será ampliamente difundido a principios de 2016.</p>	<p>Diciembre 2015- enero de 2016</p>	<p>Centros de Investigaciones La Rita y 28 Millas.</p>
<p>CORBANA ha estado organizando durante más de un año, un encuentro con los científicos más connotados del mundo, especialistas en <i>Fusarium</i>. El objetivo es disponer de la información más actualizada sobre la enfermedad del <i>Fusarium raza 4</i> y disponer de recomendaciones del más alto nivel para tomar decisiones ante dicha amenaza.</p>	<p>2015 a la fecha (14/02/2016)</p>	<p>Durante el Congreso ACORBAT – CORBANA a llevarse a cabo en abril, en Miami; los científicos presentarán, discutirán y concluirán durante todo un día de trabajo, en este tema.</p>

Se realizó una recopilación de las principales actividades en las que CORBANA participó sobre el marchitamiento por *Fusarium* raza 4 tropical desde 2.006 hasta inicios de 2.020. Las primeras actividades documentadas alertaron a las autoridades del gobierno e instituciones internacionales sobre la amenaza que representa para la industria bananera de exportación la presencia de esa plaga en Costa Rica y el resto de los países de América Latina y el Caribe (ALC). Entre las que destacaron se encuentran las capacitaciones mediante conferencias y talleres dirigidos a diversos públicos, inicialmente a funcionarios gubernamentales del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) que constituyen el primer frente para la exclusión, luego a extensionistas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), pero también hacia técnicos y productores de musáceas, estudiantes, guías turísticos y público en general. Las reuniones de trabajo compiladas con instituciones del gobierno junto con la elaboración de documentos y misivas ayudaron a la creación de la legislación sobre exclusión y prevención de Foc R4T y al planeamiento del Primer Simulacro Nacional ante un primer brote y al mejoramiento de los arcos de aspersion en puntos de entrada al país. También, se recopiló información de trabajos de investigación y encuestas para medir la bioseguridad en las fincas.

Se documentaron 179 actividades y 3.704 personas participaron de ellas entre 2.006 e inicios de 2.020 (Cuadro 2). De estas actividades, 159 fueron desarrolladas en territorio nacional y 20 se realizaron fuera de Costa Rica en diferentes partes del mundo. La mayoría de ellas se llevaron a cabo a partir del 2014 cuando CORBANA decidió tener una participación beligerante ante el patógeno Foc R4T para evitar su ingreso a Costa Rica y ALC. A mediados de 2.019, las noticias de la presencia de este patógeno en la Guajira de Colombia reactivaron con más fuerza las actividades de capacitación y prevención (Cuadro 2). Cabe recordar que, hasta ese momento, Foc R4T desde su identificación en Malasia e Indonesia en 1.989, se había dispersado por el resto del sureste asiático (Vietnam, Laos, Myanmar, Filipinas e Indonesia), Taiwán, China, India, Pakistán, medio Oriente, Australia y Mozambique, y no se esperaba su presencia en el continente americano tan pronto. No obstante, esta situación, para cuando se declaró oficialmente que estaba en Colombia, Costa Rica ya contaba con la legislación suficiente que le permitía resguardar su territorio, al imponer restricciones a la importación de materiales riesgosos y a la indicación de medidas fitosanitarias de carácter obligatorio que debían ser implementadas en las fincas de musáceas y en las empresas que propagan plantas.

Cuadro 2. Número de eventos y cantidad de participantes en las actividades realizadas sobre Foc R4T entre 2006 y 2020.

Año	Nacional		Internacional		Total	
	Número eventos	Número participantes	Número eventos	Número participantes	Número eventos	Número participantes
2006	2	-	-	-	2	-
2007	-	-	1	-	1	-
2008	1	-	1	-	2	-
2009	5	50	2	-	7	50
2010	1	-	-	-	1	-
2011	3	-	-	-	3	-
2012	-	-	-	-	-	-
2013	4	-	1	-	5	-
2014	13	114	3	80	16	194
2015	17	398	2	75	19	473
2016	4	68	1	-	5	68
2017	15	476	5	26	20	502
2018	16	140	-	-	16	140
2019	67	2076	3	59	70	2135
2020	11	125	1	17	12	142
Total	159	3447	20	257	179	3704

La gran mayoría de las actividades realizadas fueron de capacitación mediante conferencias y talleres a partir de 2.014 (Cuadro 3 y 4). Entre ambas, un poco más de 100 eventos y cerca de 3.100 participantes. Estos eventos se realizaron con la premisa que un conocimiento robusto sobre las características del patógeno permite identificar medidas efectivas de prevención y, a su vez, facilita la implementación en las fincas. Efectivamente, las medidas de bioseguridad o fitosanitarias identificadas son las que se recogen en la Resolución-DSFE 004-2019. También, se realizaron reuniones con funcionarios del gobierno, días de campo demostrativos y de trabajo, encuestas para medir la bioseguridad en las fincas y trabajos de investigación.

Cuadro 3. Número de eventos por tipo de actividad realizada sobre Foc R4T entre 2006 y 2020.

Tipo de actividad	Año														Total
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Conferencias	-	-	-	1	-	-	-	3	7	1	5	4	45	3	69
Talleres	-	1	1	2	1	-	-	6	2	1	5	5	8	-	32
Reuniones	-	-	-	-	-	-	-	2	5	1	2	1	12	2	25
Misivas	2	-	1	4	-	2	3	2	4	-	-	-	-	-	18
Días de campo	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	7	12
Documentos	-	-	-	-	-	1	-	3	-	1	5	6	1	-	17
Encuestas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2
Investigaciones	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2
Tesis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
Video	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
Total	2	1	2	7	1	3	5	16	19	5	20	16	70	12	179

Cuadro 4. Cantidad de participantes por tipo de actividad realizada sobre Foc R4T entre 2006 y 2020.

Tipo de actividad	Año														Total
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Conferencias	-	-	-	50	-	-	-	194	373	68	285	84	1712	82	2848
Talleres	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	41	142	-	245
Reuniones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	6	163	24	200
Misivas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Días de campo	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	38	-	103	36	277
Documentos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	-	9
Encuestas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	-	-	-	110
Investigaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tesis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	15
Video	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	-	-	-	50	-	-	-	194	473	68	502	140	2135	142	3704

Las actividades relacionadas con la capacitación (conferencias y talleres) fueron dirigidas principalmente a funcionarios del Estado (SFE y extensionistas del MAG), a productores de musáceas y técnicos agrónomos inmersos en la producción y manejo de fincas dedicadas a la producción, aunque también participaron de ellas un nutrido número de estudiantes de educación secundaria y universitarios de la carrera de agronomía de diferentes instituciones (Cuadro 5). El conocimiento adquirido facilitó la implementación de medidas fitosanitarias promoviendo la exclusión y la prevención contra Foc R4T. En los puntos de entrada al país, los oficiales fitosanitarios aumentaron sus capacidades para la identificación de materiales riesgosos como plantas y partes de plantas de musáceas, sustratos vegetales y artesanías fabricadas a base de fibras vegetales de musáceas y de coco, los cuales se confiscan y destruyen. En las fincas de musáceas, el personal administrativo y técnico realiza acciones para el resguardo de linderos, registro de visitantes, desinfección de vehículos, calzado, herramientas y equipos agrícolas, con productos adecuados y en las dosis correctas, colocación de pediluvios en sitios clave y vigilancia fitosanitaria de plantas sospechosas. El conocimiento adquirido tanto por oficiales gubernamentales como por los técnicos de las fincas es a su vez brindado en cascada a otros actores de la actividad agrícola de musáceas promoviendo la bioseguridad en las fincas dedicadas a esta actividad. Entre las capacitaciones que destacaron por su importancia y estrategia estuvieron tres talleres nacionales y tres jornadas teórico-prácticas para la prevención de esta enfermedad dirigidos en primera instancia a funcionarios del SFE que se ubican en puntos de entrada al país. Asimismo, y no de menor importancia, fueron las reuniones con funcionarios del gobierno en los que se planearon el Primer Simulacro Nacional de manejo de un brote de Foc R4T y los días de campo en los que se realizaron acciones para el mejoramiento de los arcos de aspersión en puntos de entrada al país (Cuadro 5).

Cuadro 5. Cantidad de participantes según el tipo de público y la actividad realizada sobre Foc R4T entre 2006 y 2020.

Tipo de actividad	Público participante						Total
	Autoridades de gobierno e instituciones internacionales	Estudiantes	Investigadores	Personal relacionado con la operación de la finca	Productores y técnicos	Público en general	
Conferencias	-	494	-	192	2125	37	2848
Talleres	-	-	-	-	245	-	245
Reuniones	200	-	-	-	-	-	200
Misivas	-	-	-	-	-	-	-
Días de campo	-	-	-	-	277	-	277
Documentos	9	-	-	-	-	-	9
Encuestas	-	-	-	-	110	-	110
Investigaciones	-	-	-	-	-	-	-
Tesis	-	-	15	-	-	-	15
Video	-	-	-	-	-	-	-
Total	209	494	15	192	2757	37	3704

Conclusiones

La participación de CORBANA ante la amenaza Foc R4T produjo muchos e importantes frutos, entre los que se pueden destacar:

1. Se manifestaron las primeras alertas a funcionarios de gobierno sobre los perjuicios que podría ocasionar Foc R4T en la industria bananera.
2. Se capacitaron a cerca de 3100 personas (técnicos gubernamentales y de empresas de musáceas, productores y estudiantes) en unos 100 eventos sobre aspectos de biología, epidemiología y ecología del patógeno y sobre medidas de exclusión y prevención.
3. Se reforzó la capacitación a oficiales fitosanitarios en puntos de entrada al país como parte de las prioridades de la estrategia de prevención.

4. Se colaboró con el SFE en la elaboración de la legislación de exclusión y prevención contra Foc R4G.
5. Se colaboró en el planeamiento y realización del Primer Simulacro Nacional ante un primer brote de Foc R4T.
6. Se impulsó el mejoramiento de los arcos de aspersion del país en puntos de entrada al país mediante estudios técnicos que recomendaron tanto el uso de productos desinfectantes adecuados que protegen de plagas zoo y fito sanitarias, entre ellas Foc R4T, como los procedimientos técnicos para alcanzar una correcta cobertura de los vehículos aplicados.

Recomendaciones

Continuar con la campaña de capacitación de prevención en los siguientes frentes:

- a. Reforzar las capacidades de los funcionarios estatales.
- b. Mejorar el conocimiento preventivo de todos los empleados y productores que se dedican a la producción de musáceas, especialmente, para la exportación.
- c. Instruir a los extensionistas estatales para que capaciten a productores de otras musáceas, como plataneros, datileros y de banano criollo.
- d. Divulgar ampliamente información sobre la amenaza Foc R4T al público general.
- e. Continuar apoyando al SFE y otros funcionarios del Estado en aspectos de prevención.

Detalles de la participación de CORBANA en actividades sobre el marchitamiento por Fusarium R4T

Conferencias.

A productores y técnicos

Se ofrecieron charlas de capacitación a productores orgánicos de Talamanca, productores de COOPEASSA en Pérez Zeledón, a productores de San Julián de Sarapiquí, Hone Creek de Limón, La Ligua de Parrita, La América Dos Ríos de Upala, Aguas Claras de Upala, El Tanque de La Fortuna, Paquera de Puntarenas, Asociación PANAPEN de Estrada, San Miguel de Sarapiquí, técnicos agrónomos miembros del Colegio de Ingenieros Agrónomos (CIAGRO) en San José, Pérez Zeledón, Pococí, Liberia y San Miguel de Sarapiquí; extensionistas del MAG de Siquirres, Guápiles, Pérez Zeledón, San Isidro del General, Esparza, Liberia, San Ramón, Cartago, San Ramón (Occidente) y Ciudad Quesada; a técnicos y productores de dátil de Glatferlter Pococí; al PITTA Musáceas; Servicio Fitosanitario del Estado (SFE); productores y técnicos bananeros, datileros y plataneros de diversos lugares del país.

A estudiantes

A estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) sede San Carlos y Cartago, Escuela Técnica Agrícola Agroindustrial (ETAI) de Santa Clara en San Carlos, Universidad de Costa Rica (UCR) en las sedes San Pedro y Turrialba, Universidad Nacional (UNA) en Heredia, Colegio Técnico de Pococí Guápiles, Escuela de Agricultura del Trópico Húmedo (EARTH), Universidad New Hampshire y Universidad a Distancia (UNED) en La Fortuna de San Carlos.

A empleados y funcionarios involucrados con actividades en finca

Empleados de fincas de musáceas y de CORBANA, departamentos de Recursos Humanos de fincas de banano de exportación, inspectores de trabajo del Estado y certificadores, estudiantes del curso para Administradores de fincas bananeras, funcionarios del gobierno y certificadores.

Al público en general

Fuerzas vivas del cantón de Matina y guías turísticos.

La Junta Directiva de CORBANA solicita la implementación de medidas preventivas a OIRSA y Bioersity en setiembre 2.009; otras iniciativas relevantes se realizaron ante la comunidad internacional en junio 2.011.

Gestiones de importancia a nivel nacional para la prevención de Foc R4T se realizaron en julio de 2.009, mayo de 2.011 y octubre de 2.013; se alerta al gobierno de la presencia de Foc R4T fuera del sureste asiático en noviembre de 2.013 y se indica la urgencia de implementar acciones a nivel nacional en abril de 2.014 y este mensaje se repite en diciembre de 2.014.

Elaboración documentos legales

Plan de acción para la prevención y exclusión de Foc R4T

Gestiones para la prevención se realizaron ante la Comisión de musáceas en febrero de 2.008, con el sector bananero en julio de 2.009, se emitió una recomendación al SFE para que prohíba la importación de plantas in vitro de países con Foc R4T en julio de 2.009. Otras iniciativas ante el SFE se realizaron en agosto de 2.011 y octubre de 2.013. Las primeras reuniones para la elaboración del Plan de Acción se llevaron a cabo en marzo y abril de 2.014; la aprobación del plan de acción por la Comisión de musáceas en junio de 2.014 y su entrega al Ministro de Agricultura en agosto de 2.014 y éste lo envía a OIRSA y FAO en agosto de 2.014; se fortalece el trabajo entre SFE y CORBANA en febrero de 2.015; se fortalece la colaboración con el SFE en la elaboración del Análisis de Riesgo de Plaga en setiembre de 2.015 y se realiza su publicación en agosto de 2.016; se promueven iniciativas con el Ministro de Agricultura para la implementación del plan de acción a nivel nacional y regional en abril de 2.015; se colabora en la elaboración de las directrices técnicas (medidas fitosanitarias de acatamiento obligatorio) con el SFE entre agosto de 2.017 y junio de 2.018.

Otros documentos legales

Colaboración con el SFE en la elaboración del Decreto Ejecutivo N° 40364-MAG para la prevención de Foc R4T en marzo de 2.017, apoyo a la notificación G/SPS/N/CRI/190 enviada a socios comerciales de la OMC en agosto de 2.017 y ayuda al SFE en la resolución N° 004-2017-

NR-SFE que regula la importación de plantas in vitro, partes de plantas, artesanías y sustratos orgánicos ante la OMC en octubre 2.017 y colaboración en la elaboración del Decreto Ejecutivo N° 42037-MAG-H para la creación del fondo de prevención, exclusión y combate de Foc R4T.

Medios de recopilación de información

Participación de CORBANA en los proyectos de investigación para combatir Foc R4T en convenio con Bioversity en enero de 2.013; a partir de ese momento, se han desarrollado gran cantidad de trabajos de graduación e investigaciones hasta 2.020. Adicionalmente, la realización de encuestas para medir el nivel de bioseguridad en las fincas que se llevaron a cabo entre marzo de 2.017 y noviembre de 2.019.

Reuniones, talleres de capacitación y días de campo

Asuntos generales

La Junta Directiva invita al Ministro de Agricultura para exponerle la situación Foc R4T en agosto y en diciembre de 2.014; coordinación de planes regionales con OIRSA en febrero de 2.015; esfuerzos con OIRSA, MAG-SFE, UCR, para iniciar un Plan Continental de prevención en junio de 2.015; revisión del Plan de Acción para ALC en Panamá en diciembre de 2.016; se muestra al SFE las capacidades de CORBANA para enfrentar Foc R4T en enero de 2.019 y se realiza un estudio de escenarios de contención ante un primer brote en reunión extraordinaria de la Comisión de Musáceas en julio de 2.019.

Arcos de aspersión en puntos de entrada al país

CORBANA en colaboración con el SFE y SENASA inician las primeras gestiones para mejorar el funcionamiento de los arcos de aspersión en enero de 2.019; luego, se realizan otras cinco reuniones entre julio de 2.019 y marzo de 2.020 en las cuales se define una estrategia de mejoras de los arcos en todos los puntos de entrada al país.

Primer Simulacro Nacional para la Prevención y Contención de Foc R4T

Se realizaron nueve reuniones con funcionarios del SFE y OIRSA para el planeamiento del Primer Simulacro Nacional de manejo de un primer brote de Foc R4T del 1° de febrero al 14 de mayo de 2.019 y se efectuó un cierre el 16 de mayo de 2.019, un día después de la realización del evento.

Días de campo

Demostración de prácticas de bioseguridad en finca San Pablo en octubre de 2.015, atención de productores brasileños en marzo de 2.017, Primer Simulacro Nacional de prevención y contención sobre Foc R4T en mayo de 2.019. Inspecciones y evaluaciones para el mejoramiento de los arcos de aspersión en puntos de ingreso al país se llevaron a cabo en seis ocasiones entre agosto de 2.019 y marzo de 2.020; se entregaron productos desinfectantes eficientes contra plagas zoo y fito sanitarias y recomendaciones de uso en estos sitios en marzo de 2.020.

Talleres de capacitación nacional

Un primer taller de capacitación se realizó en febrero de 2.010; a partir de febrero de 2.014 y de manera continua se han realizado eventos de capacitación dirigidos a agricultores, productores bananeros y técnicos tanto del gobierno como aquellos involucrados en la industria bananera. Destacan entre ellos los tres Talleres Nacionales de Capacitación y las Jornadas Técnicas dirigidos al SFE, extensionistas del MAG y técnicos bananeros realizados entre octubre 2017 y diciembre 2019.

Internacional

CORBANA ha participado en al menos 10 eventos internacionales llevando ponencias, impartiendo capacitaciones y proponiendo acciones de prevención y contención a partir de octubre de 2.007. Los eventos más importantes donde CORBANA participó junto con MUSALAC, ACORBAT, OIRSA, FAO y BIOVERSITY tuvieron lugar en David, Panamá; Guayaquil, Ecuador; Mérida, Venezuela; San Salvador, El Salvador; Roma, Italia; Pachuca, México; Miami, Estados Unidos y Colima, México.

13. ACCIONES RECIENTES DE TRABAJO EN LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES

En los cuadros 6 al 9 se presentan las acciones, objetivos, impacto y observaciones de temas de trabajo actuales, llevados a cabo por la Dirección de Investigaciones propiamente dicha, y por los ejes de Fitoprotección , Relación Suelo Planta, Fisiología -Clima-Producción, las áreas específicas dentro del “*modus operandi*” de cada una de ellas.

Cuadro 6. Asuntos gestionados directamente por la Dirección de Investigaciones. 2021.

Acción	Objetivo	Impacto	Observaciones
Coordinación con colegas de la iniciativa: “Alianza mundial Musa” gestionada por el Centro de Cooperación Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo (CIRAD), Francia.	Crear un consorcio internacional de investigación con énfasis en la evaluación de nuevos materiales, obtenidos mediante mejoramiento convencional para diversificar el mercado y el gusto del consumidor, ante la amenaza que significa la raza 4 tropical de <i>Fusarium</i> para los bananos actuales de exportación.	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de una nueva generación de variedades y/o cultivares de banano. • Fomentar la mejora genética convencional del banano y lograr una nueva masa crítica de profesionales capacitados en mejoramiento. • Diversificar el recurso genético de Musa ofreciendo al consumidor otras posibilidades de consumo. 	Se realizarán alianzas estratégicas interinstitucionales para trabajo conjunto, tratando de acortar los tiempos de obtención de los resultados. Se espera lograr el financiamiento mediante la propuesta de proyectos a entidades donantes (5-6 millones de euros).
Relación científica con la Universidad de Exeter (Inglaterra)	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar diferentes dosis de glutaraldehído para determinar su efecto desinfectante ante la fusariosis del banano raza 4 tropical. • Determinar el grado de tolerancia y/o resistencia de los principales tipos de plátanos conocidos en Costa Rica ante Foc R4T. 	<ul style="list-style-type: none"> • Eficacia comprobada científicamente del glutaraldehído ante Foc R4T; para beneficio de toda la industria bananera. • Mejoramiento del manejo del cultivo y calidad de la producción para el gremio platanero. 	Trabajo llevado a cabo en virtud de un convenio de colaboración con la Universidad de Exeter. Se continuará con un experimento para determinar el grado de resistencia de varios cultivares de banano y plátano a Foc R4T. Estudio en asocio para llevar a cabo en el futuro cercano; con la Universidad de Exeter. La Pandemia del Covid 19 ha impactado negativamente este proyecto.
Como asesor de los estudios de doctorado del MSc. Cesar Guillén S.	Determinar si el insecto picudo negro, (<i>Cosmopolites sordidus</i>) es un vector de la fusariosis del banano Foc R1.	Comprobación científica del papel del picudo como vector de la raza 1 y sin duda para la raza 4 tropical de <i>Fusarium</i> . Resultado comprobado	En asocio con el CIRAD de Francia. El MSc. Guillén defenderá su doctorado este año en la Universidad de Ciencias y

		científicamente por primera vez en el mundo. Información importante en las decisiones del manejo integral de la enfermedad.	Técnicas de Montpellier, Francia. El artículo científico indicando estos relevantes resultados ya fue aprobado por una revista internacional y será publicado durante el primer semestre del año 2021.
Como asesor de los estudios de doctorado del MSc. Rafael Segura M.	Estudiar el efecto de diferentes factores en el suelo y su relación con la enfermedad del Fusarium.	Al ser un estudio donde están involucradas otras 10 investigaciones de doctorado, a nivel mundial sobre Foc; el acervo de conocimiento generado es y está disponible para CORBANA. Los resultados del estudio apoyarán posibles manejos integrales de la enfermedad para beneficio del productor nacional.	Trabajo realizado en asocio con el Departamento de Suelos de la Universidad de Wageningen (Holanda). Durante el mes de abril el MSc. Rafael Segura defenderá su tesis mediante la utilización de herramientas virtuales Tres artículos científicos fueron sometidos a consideración para su publicación en revistas internacionales.
Representante por parte de América Latina, en la Red de Expertos Mundiales de Recursos Fitogenéticos de <i>Musa</i> (MUSANET).	Establecer relación técnica con las instituciones que tienen colecciones de germoplasma, alrededor del mundo.	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionamiento y caracterización de la colección de germoplasma de CORBANA a nivel mundial. • Acceso a material vegetal de importancia para Costa Rica, localizado en el Centro de Tránsito Internacional de Musa (ITC); Universidad de Lovaina, (Bélgica). 	Trabajo coordinado con Bioversity International (Sede de Roma) y con la Alianza Bioversity -Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); ubicado en Colombia.

		<ul style="list-style-type: none"> • Opción de capacitación e información global sobre bancos de germoplasma <i>in situ</i> e <i>in vitro</i>; y en formas seguras de intercambio internacional de germoplasma. 	
Trabajo de coordinación con EMBRAPA para el proyecto: Mejoramiento genético.	<p>Capacitar a personal de CORBANA en mejoramiento genético convencional.</p> <p>Realizar cruzamientos para obtener resistencia a enfermedades como la Sigatoka negra y la fusariosis del banano Foc R4T.</p> <p>Realizar el trabajo de mejora genética convencional del Subgrupo Cavendish.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • EMBRAPA en alianza estratégica dispone a CORBANA diploides fértiles con resistencia a Foc R4T, para realizar los cruces. • Por primera vez dos reconocidas instituciones que realizan investigación científica en banano, unen sus ventajas comparativas y competitivas y su masa crítica profesional, al servicio de los productores. • Se está en los trámites oficiales con el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), para introducir 15 cvs. diferentes que el EMBRAPA enviará a CORBANA. 	Durante el 2021 se establecerán los primeros lotes de cruzamientos; tanto en Brasil y posiblemente en Costa Rica.
Coordinación y seguimiento al proyecto denominado: Alianza global para el control de la raza 4 tropical de Fusarium.	Desarrollar estrategias de mejoramiento genético convencional y mejoramiento genético biotecnológico (CRISPR) edición genética para obtener plantas resistentes a Foc R4T.	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la calidad de vida de las personas. • Incrementar la producción /ha. • Identificar y aislar genes de resistencia. • Disminución de pesticidas. 	Consortio auspiciado y liderado por Bayer Crop Science y el IICA.

<p>Colaboración profesional y miembro del Comando Fitosanitario para la Evaluación de Sistemas de Exclusión y manejo de posibles brotes de Fusarium.</p>	<p>Brindar asistencia técnica de alto nivel a los países de la región que lo necesiten, para evitar la entrada y/o contener a la amenaza que significa la raza 4 tropical de Fusarium.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar las medidas de bioseguridad para la exclusión del hongo Foc. R4T. • Disponer de un ente y profesionales trabajando en forma conjunta y coordinada para prevenir -excluir la amenaza del Foc R4T. 	<p>Iniciativa de trabajo del OIRSA, refrendada por CORBANA y otras instituciones.</p>
<p>Establecimiento de la plataforma regional de Innovación multi – actores para la sostenibilidad y competitividad de los sistemas agroalimentarios de musáceas de América Latina y el Caribe denominada: MUSAPIENS.</p>	<p>“Elaborar e implementar planes de acción regionales, nacionales, territoriales y a escala de fincas más eficaces para reducir al mínimo la diseminación y el impacto de Foc R4T y otros desafíos fitosanitarios emergentes”.</p> <p>“Implementar un programa regional de colaboración en el mejoramiento de Musáceas que permita promover y generar nuevas variedades resistentes a Foc R4T y a otras enfermedades y más tolerantes a efectos de climas adversos.</p> <p>“Generar conocimientos científicos y estrategias de implementación que permitan la transición a sistemas de producción de musáceas innovadores que consideren los escenarios cambiantes en materia de comercio, reglamentaciones ambientales,</p>	<p>“Modelos innovadores de colaboración más eficaces que catalicen interacciones entre diferentes actores a lo largo de la cadena de valor y aborden la problemática de Foc R4T y la sostenibilidad de los sistemas de producción de musáceas de manera holística y coordinada”.</p> <p>“Agendas de investigación consensuadas que respondan tanto a la investigación reactiva (a corto plazo) como a la investigación proactiva (se anticipa a problemas futuros) para garantizar que los resultados de investigación respondan a los desafíos y amenazas del sector y lleguen de manera inmediata a los usuarios finales”.</p> <p>“Hojas de ruta co-diseñadas para guiar y apoyar la formulación de políticas, la toma de decisiones y orientar la planificación adaptativa”.</p>	<p>Iniciativa de la Coordinación de la alianza Bioversity -CIAT; liderada por el Dr. Miguel Dita. Las acciones de puesta en marcha del consorcio están en curso.</p>

	preferencias de los consumidores, enfermedades emergentes e inestabilidad climática”.	“Mayores inversiones en investigación a corto y largo plazo para solucionar el problema de Foc R4T y para hacer frente a las amenazas a diversos sectores (exportación y comercio nacional), con rendición de cuentas y foco en resultados”. “Estrategias de gestión de conocimientos, capacitación y escalamiento de resultados diseñadas a la medida para diferentes grupos de actores en toda la cadena de valor del banano en ALC”.	
Coordinación de colaboración interinstitucional CORBANA y el Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT) y Centro Nacional de Investigaciones Biotecnológicas (CENIBIOT). Costa Rica.	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar investigación de punta con nanotecnología para buscar resistencia al nematodo barrenador <i>Radopholus similis</i>. • Llevar a cabo la contratación de servicios para la formulación de un bioproducto para el control de la Sigatoka negra. 	<ul style="list-style-type: none"> • Disposición de tecnologías más limpias de producción al servicio del productor bananero nacional. • Disponer de un producto biológico para su uso en los programas de control de la Sigatoka negra, favoreciendo a los productores y al manejo amigable con el ambiente. 	La investigación que se lleva a cabo se titula: “Utilización de nanopartículas de quitosano cargadas con filtrados para el control de poblaciones de nematodos. Trabajos a iniciar en el segundo trimestre del presente año.
Interacción y canal de colaboración con el proyecto financiado por FONTAGRO donde el Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Costa Rica, es socio.	Realizar trabajo para la estandarización de métodos diagnóstico, bioseguridad, manejo del suelo, evaluación de materiales resistentes y transferencia de tecnología para excluir y/o mitigar a la enfermedad del Fusarium raza 4 tropical en América Latina.	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecimiento de las acciones de exclusión del hongo Foc R4T. en Costa Rica • Aunar esfuerzos mediante trabajo interinstitucional para un mejor manejo de los recursos. • Aumento del conocimiento profesional entre los participantes. 	El proyecto fue liderado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Su contraparte en Costa Rica es el INTA.

<p>Asesoría para dos trabajos pioneros de mejoramiento genético en CORBANA.</p>	<p>Realizar investigación básica necesaria para el inicio de un programa de mejoramiento genético convencional en banano.</p>	<p>Compilación de un acervo de conocimientos para CORBANA y para la capacitación de los profesionales que trabajan y van a continuar con los estudios de mejoramiento.</p>	<p>Los trabajos desarrollados hacia finales del 2020 fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejoramiento genético convencional del banano. Un análisis crítico a profundidad desde sus inicios hasta la fecha. Realizado por la Srta. Jessika Pamela Torres. Estudiante de agronomía de la U.C.R. -Establecimiento de un método para el rescate y cultivo de embriones de <i>Musa AA</i>, como vía para facilitar el mejoramiento genético. Realizado por el estudiante Sr. Carlos A. Gómez de la U.C.R.
<p>Vinculación con la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (U.C.R.) para generar un proyecto conjunto con CORBANA sobre edición genética (CRISPR/Cas).</p>	<p>Llevar a cabo investigación de punta, mediante la aplicación del mejoramiento biotecnológico, como complemento al mejoramiento convencional. Establecer la plataforma para futuros trabajos buscando resistencia a Foc R4T.</p>	<p>Capacitación de personal en tecnologías emergentes de importancia primordial. Poseer la capacidad de optar por fondos externos para realizar investigación mediante la participación en consorcios o proyectos internacionales.</p>	<p>Se había establecido toda la plataforma necesaria y la coordinación concomitante. Lastimosamente la aparición de la Covid 19, no permitió continuar con la hoja de ruta establecida. El canal con la U.C.R. continúa abierto para tal fin.</p>
<p>Representación de Costa Rica y CORBANA ante la entidad sin fines de lucro: Red Latinoamericana y del Caribe de investigación para el Desarrollo de las Musáceas (MUSANET).</p>	<p>Obtener un conocimiento cercano de la realidad y objetivos de la investigación en musáceas en América Latina y el Caribe.</p>	<p>Mantener los contactos para favorecer la cooperación en I+D+I en los países de América Latina, el Caribe y CORBANA. Disponer de resultados de investigación generados por otras instituciones en</p>	<p>Coordinación en la búsqueda de objetivos con la alianza Bioersity - CIAT (Dr. Miguel Dita). En el pasado el Director de Investigaciones de CORBANA,</p>

		forma directa y gratuita para su aplicación al servicio del productor nacional.	presidió durante dos ocasiones la Red MUSALAC.
Miembro y representante por CORBANA ante RIGATROP (Red de Ingeniería Genética aplicada al mejoramiento de cultivos tropicales), (Costa Rica).	“Generar una red internacional que permita fortalecer la colaboración entre investigadores, que emplean las herramientas de la biotecnología moderna en el mejoramiento genético de cultivos tropicales de importancia económica”.	“Formación de recursos humanos en el campo de la edición genética”. “Disponibilidad de publicaciones internacionales especializadas”. “Opción a participar en proyectos internacionales (disponibilidad de fondos)”. “Mantener actualizada una de las áreas de investigación de más rápido desarrollo a nivel mundial”.	Iniciativa propuesta y creada por la Escuela de Biología de la Universidad de Costa Rica (U.C.R.).
Coordinación de acciones en el proyecto denominado: uso de inteligencia artificial para propiciar una red de expertos para la comunicación con los productores.	Desarrollar tecnologías digitales para comunicarse con los productores en tiempos de distanciamiento social debido a la Pandemia Covid -19.	Poner a punto y en marcha tecnologías on line, que permitan la comunicación y asistencia técnica con los productores. Desarrollar métodos de intercambio de información y capacitación con el productor a costos menores que los métodos actuales.	Proyecto financiado y coordinado por la Alianza Bioersity -CIAT; con la participación de TEC-CORBANA y el M.A.G.

Cuadro 7. Descripción de los experimentos, actividades y acciones llevadas a cabo y en proceso en el Eje de Fitoprotección. Dirección de Investigaciones. 2021.

BIOLOGÍA MOLECULAR

Experimento /actividades /acciones	Objetivo	Impacto	Observaciones
Experimento: Desarrollo de un método para la detección y cuantificación de <i>Pseudocercospora fijiensis</i> en hojas de banano asintomáticas mediante PCR tiempo real.	Desarrollar un método cuantitativo mediante RTPCR para el diagnóstico y cuantificación de <i>P. fijiensis</i> en hojas jóvenes de banano asintomáticas que sirva como base para el monitoreo molecular.	Implementar una detección temprana del patógeno que permita fortalecer el programa de monitoreo de la enfermedad en fincas comerciales y optimizar la aplicación de fungicidas.	En desarrollo. El proyecto cuenta con una metodología desarrollada para la cuantificación molecular del patógeno y se han iniciado los experimentos para su aplicación en finca comercial.
Experimento: Estandarización de un método para la cuantificación de biomasa de <i>Fusarium oxysporum</i> en muestras de tejido, suelo y agua mediante PCR tiempo real.	Estandarizar el uso de marcadores moleculares para PCR en tiempo real en la detección de <i>Fusarium</i> spp. y <i>Fusarium oxysporum</i> en muestras de tejido, suelo y agua.	Mantenerse actualizado y evaluar todos los marcadores disponibles para <i>Fusarium oxysporum</i> con énfasis en la forma especial <i>cubense</i> , raza 1 y raza 4 y optimizar su detección mediante la implementación de un método de extracción a partir de muestras de tejido, suelo y agua.	En desarrollo. El laboratorio de Biología Molecular de CORBANA debe ser referente y mantenerse actualizado con respecto a los diferentes métodos de detección y cuantificación de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> para que sea un soporte a las investigaciones que desarrolla CORBANA.
Experimento: Estandarización de un método para cuantificación de biomasa de <i>Radopholus similis</i> , en muestras de raíces de plantas de banano mediante PCR tiempo real.	Establecer un método de cuantificación de <i>R. similis</i> por PCR en tiempo real que complemente el servicio que se brinda actualmente en el laboratorio de Nematología y las buenas prácticas en la prevención.	Contribuir con una metodología molecular para el monitoreo de las poblaciones del nematodo <i>R. similis</i> en fincas comerciales.	En desarrollo. El proyecto cuenta con una metodología desarrollada para la cuantificación molecular del patógeno y se han iniciado los experimentos para su aplicación en campo.

<p>Experimento: Estandarización de la detección de los principales virus que afectan la planta de banano: Cucumber Mosaic Virus (CMV), Banana Streak Virus (BSV) y Banana Bunchy Top Virus (BBTV).</p>	<p>Implementar el servicio de detección de tres virus que afectan la planta de banano: CMV, BSV y BBTV en el laboratorio de Biología Molecular de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA)</p>	<p>Actualizar y fortalecer la lista de servicio del laboratorio de Biología Molecular con la detección de virus patógenos del cultivo del banano de importancia económica. Capacidad para analizar la limpieza de material de propagación.</p>	<p>Para iniciar en 2021. Con este proyecto se pretende estar listos para poder evaluar casos sospechosos de virus, principalmente BBTV que a pesar de su ausencia en la región representa una amenaza actual para las plantaciones de banano en los países productores, además de otros virus que ya se encuentran en la región como CMV y BSV.</p>
<p>Acción: Acuerdo de transferencia de material ADN entre “State of Queensland” actuando a través del “Department of Agriculture and Fisheries”, Australia y CORBANA, el material corresponde a los controles positivos para <i>Banana bunchy top virus</i> y <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> raza 4.</p>	<p>Contar con los controles positivos de dos de los patógenos más importantes en el cultivo de banano para la estandarización de su detección y/o cuantificación molecular.</p>	<p>Fortalecimiento de las capacidades de diagnóstico del Laboratorio de Biología Molecular. Tener a disposición las metodologías para atender casos sospechosos de enfermedades tan importantes como Banana Bunchy Top Virus y <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> raza 4 tropical.</p>	<p>En desarrollo. Los controles positivos son requeridos para hacer pruebas y afinar los protocolos de detección; así como para tener un control de calidad de las detecciones moleculares que se realizan en el laboratorio de Biología Molecular.</p>
<p>Acción: Envío de material genético ADN de cultivos de la colección de Foc raza 1 de CORBANA hacia “Queensland University of Technology”.</p>	<p>Establecer una colaboración entre el Centro de Investigaciones de CORBANA y “Queensland University of Technology”. Los cultivos enviados serán utilizados para la secuenciación del genoma completo y los resultados serán comunicados para su uso a CORBANA.</p>	<p>Se contará con la información del genoma completo de once cultivos de la colección de Foc raza 1 de CORBANA.</p>	<p>En desarrollo. La información del genoma completo de estos cultivos y la alianza entre las instituciones será un insumo importante para los proyectos de Foc del Centro de Investigaciones.</p>

CONTROL BIOLÓGICO

Experimento /actividades /acciones	Objetivo	Impacto	Observaciones
<p>Experimento: Bioprospección de especies vegetales para la identificación de extractos con potencial para el combate de enfermedades en el cultivo de banano</p>	<p>Identificar especies vegetales cuyos extractos sean promisorios para el combate de enfermedades en el cultivo del banano.</p>	<p>Se podrán obtener extractos botánicos promisorios para el combate de plagas como la Sigatoka negra, Foc, enfermedades poscosecha, escamas, cochinillas, etc. Se incursionará en el área de investigación relacionada con productos de origen vegetal y podrán ser determinadas alternativas para la disminución del uso de productos químicos en la producción de banano.</p>	<p>En desarrollo. Constituye una nueva área de investigación en la que CORBANA podría crecer y ofrecer nuevas opciones a los productores. Hasta el momento se han identificado dos plantas muy promisorias.</p>
<p>Experimento: Combate biológico de la Sigatoka negra y otras enfermedades del banano</p>	<p>Seleccionar microorganismos con potencial para el posible desarrollo de bio-fungicidas para el combate de la Sigatoka negra y otros patógenos.</p>	<p>Contar con una selección de microorganismos élite que puedan pasar a la etapa de escalamiento y de esta forma desarrollar herramientas para el combate de plagas específicas del cultivo aislados del propio ecosistema bananero.</p>	<p>En desarrollo. El laboratorio de CB cuenta con una colección de más de 3.000 microorganismos que está siendo evaluada continuamente contra <i>P. fijiensis</i>, Foc raza 1 y los principales hongos patógenos poscosecha. Solo en el 2020 se evaluaron 161 y se estima una cantidad similar para el 2021.</p>

<p>Experimento: Bioprospección y selección de agentes de combate biológico (ACB) de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>ubense</i> raza 1 (agente causal del marchitamiento por Fusarium).</p>	<p>Evaluar la colección de microorganismos del Laboratorio de Control Biológico para seleccionar antagonistas de Foc.</p>	<p>Identificar aislamientos que puedan ser evaluados <i>in vivo</i> (invernadero y campo) por el alto potencial que muestren contra Foc en las pruebas <i>in vitro</i>.</p>	<p>En desarrollo. Hasta el momento se han evaluado más de 250 aislamientos y se han seleccionado 6 microorganismos con alto potencial. De estos se han evaluado 5 en invernadero y 3 se han destacado por la reducción en la incidencia y severidad de la enfermedad; además, por promover el crecimiento vegetal de las plantas.</p>
<p>Experimento: Escalamiento y evaluación de Agentes de Control Biológico (ACB).</p>	<p>Formular bioproductos a partir de microorganismos seleccionados como élite para el combate de enfermedades, plagas o con propiedades en la promoción de crecimiento vegetal en banano.</p>	<p>Disponibilidad para los productores de productos biológicos efectivos, como herramientas más sostenibles que pueda ser utilizadas en las estrategias de combate y manejo de las principales plagas en el cultivo del banano</p>	<p>Para iniciar en 2021. Se han iniciado conversaciones con el CeniBiot para desarrollar el proceso de escalamiento y formulación y así aprovechar el conocimiento de los funcionarios e instalaciones (socio estratégico) con las que cuentan. Este sería un servicio contratado a CeniBiot por lo que toda la información y tecnología desarrollada será propiedad de CORBANA.</p>
<p>Experimento: Evaluación de agentes biológicos para el control de <i>Fusarium</i> spp. y <i>Colletotrichum musae</i>, en postcosecha del banano.</p>	<p>Determinar los posibles factores que afectan el desempeño de los ACB en poscosecha</p>	<p>Este proyecto permitirá conocer que factores limitan el desempeño de los ACB, con esto se busca poder diseñar una estrategia que mejore el comportamiento de los ACB y así poder incorporar parcial o totalmente el combate biológico en postcosecha.</p>	<p>Para iniciar en 2021. En el 2021 se iniciará un trabajo de tesis de licenciatura con un estudiante del TEC.</p>

<p>Acción: creación de nuevos servicios para el laboratorio de Control Biológico.</p>	<p>Aprovechar las facilidades y capacidad instalada del Centro de Control Biológico, para ofrecer una gama de servicios de apoyo al productor y terceros en este campo y a la vez generar ingresos para la DI.</p>	<p>Permitirá atender de manera más expedita solicitudes de los productores y terceros en la evaluación de fertilizantes orgánicos, biofertilizantes y productos biológicos de interés para el sector bananero. Estos son:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Control de calidad de productos biológicos. -Evaluación in vitro de productos biológicos contra fitopatógenos -Análisis microbiológicos de suelos y biofermentos. -Compatibilidad de productos biológicos con otros productos de uso agrícola. 	<p>Para iniciar en 2021. En el 2020 se realizó la solicitud formal para su creación.</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------

FITOPATOLOGÍA

Experimento /actividades /acciones	Objetivo	Impacto	Observaciones
Experimento: Degradación de desinfectantes en camas biológicas	Identificar técnicas seguras de manejo de residuos de desinfectantes en las fincas bananeras	Disponer de una técnica segura para el manejo de residuos de desinfectantes y otros agroquímicos en las fincas bananeras.	En desarrollo. La primera prueba se concluyó a finales de 2020. Los desinfectantes fueron rápidamente degradados por lo que la tecnología es de alto potencial.
Experimento: Convenio CORBANA-BASF de colaboración científica e investigación.	Desarrollar un programa de investigación y colaboración científica entre CORBANA y BASF con la finalidad de mejorar las tecnologías de producción y de combate de plagas en el cultivo de banano.	Alianza para registro y evaluación de productos de bajo impacto ambiental para el combate de Sigatoka negra y otras plagas del banano.	En desarrollo. Preparación de parcelas en campo para experimentos 2021. Informes finales de experimentos. Preparación de reunión anual de resultados 2019-2020.
Experimento: Evaluación de microorganismos con potencial para el combate biológico de Foc raza 1	Seleccionar y evaluar microorganismos con potencial para el combate biológico de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> raza 1	Identificación y desarrollo de ACB para el combate de Foc, que eventualmente se puedan utilizar para el combate de Foc R4T.	En desarrollo. II experimento en invernadero en espera de inicio de evaluaciones de tratamientos.
Experimento: Obtención de una colección de aislamientos de Foc de diferentes regiones de Costa Rica.	Establecer y conservar de manera segura una colección de referencia de aislamientos monoconidiales de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> que abarque el territorio nacional.	Vigilancia fitosanitaria mediante el muestreo constante de plantas de musáceas para descartar la posible aparición de Foc R4T en CR y conocer la diversidad genética del patógeno en el país. Respalda la condición de Costa Rica como país libre de Foc R4T.	En desarrollo. Para el 2021 se continuará programación de giras, ordenamiento y tamizaje molecular de la colección.

<p>Experimento: Efecto del método de control de arvenses (químico o manual) y de coberturas vegetales sobre la dispersión de Foc.</p>	<p>Evaluar el efecto del método de combate de arvenses y de la cobertura vegetal del suelo en la dispersión de Foc. Identificar especies de arvenses presentes y posibles hospedantes alternos a Foc.</p>	<p>En caso necesario, se podría recomendar a los productores el mejor método de combate de malezas que reduzca el riesgo de diseminación de Foc R4T. También se identifican las malezas que potencialmente pueden funcionar como hospedantes alternativos del patógeno para eliminarlas oportunamente.</p>	<p>En desarrollo. Se ha observado una mayor dispersión de la enfermedad en el área donde hay cobertura vegetal con respecto al área con combate químico. Cerca de 38 especies de arvenses han dado positivo como hospedantes alternativos de Foc.</p>
<p>Experimento: Evaluación de la eficacia biológica de productos biológicos y de origen botánicos para el combate de enfermedades poscosecha en banano.</p>	<p>Determinar la eficacia de algunos productos biológicos y de origen botánico, formulados comercialmente para el control de enfermedades poscosecha.</p>	<p>Lograr sustituir total o parcialmente la aplicación de fungicidas químicos por productos biológicos o botánicos en la fruta con destino a Norteamérica y Europa. Reducción del riesgo de residuos en fruta.</p>	<p>En desarrollo. Dos productos a base de extractos de plantas han mostrado un alto potencial para el combate de enfermedades poscosecha. Sin embargo, actualmente no cuentan con registros para su uso en banano.</p>
<p>Experimento: Evaluación del uso de drones en la aplicación de fungicidas para el combate de la Sigatoka negra en el cultivo de banano.</p>	<p>Evaluar la posibilidad del uso de drones para la aplicación de fungicidas, considerando aspectos de eficiencia y eficacia. Estudiar aspectos de volumen aplicado por hectárea, altura de vuelo, ancho de franja y tipo de boquillas. Además, comparar los costos de operación con respecto al avión, helicóptero y equipos terrestres.</p>	<p>Desarrollo de alternativas para la sustitución del avión en áreas donde se restringe el uso de estos. Los avances que se han presentado en los últimos años en este campo hacen necesario validar esta tecnología para asesorar adecuadamente al productor.</p>	<p>En desarrollo. Con el dron DJI Agrass T16 se han evaluado aspectos de cobertura, calibración, ancho de vuelo, tipo de boquilla, volumen de aplicación y altura de vuelo con el fin de obtener el mejor rendimiento del equipo. En etapas posteriores se va a evaluar el control de la enfermedad con respecto al avión.</p>

<p>Experimento: Distribución y persistencia de propágulos de Foc raza 1 en plantas de banano afectadas en campo.</p>	<p>Determinar la distribución y persistencia de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cabense</i> raza 1 en plantas de banano (<i>Musa</i> AAA, cv. Gros Michel) en etapa de crecimiento vegetativo y en floración en campo.</p>	<p>Mejor comprensión del proceso de colonización del patógeno en la planta y su supervivencia en los tejidos afectados. Esta información ayudaría a optimizar estrategias de erradicación enfocadas a Foc R4T.</p>	<p>Para iniciar en 2021. El proyecto iniciará este 2021 con ayuda de un estudiante tesiaro del TEC.</p>
<p>Experimento: Sensibilidad de <i>Pseudocercospora fijiensis</i> a los fungicidas benomil, difenoconazole y azoxistrobina, en plantaciones de plátano (<i>Musa</i> AAB) en la Zona Norte de Costa Rica.</p>	<p>Determinar la sensibilidad in vitro y molecular de <i>Pseudocercospora fijiensis</i> a los fungicidas benomil, difenoconazole y azoxistrobina, en plantaciones de plátano (<i>Musa</i> AAB) en la Zona Norte de Costa Rica.</p>	<p>Con este estudio se conocerá la condición de sensibilidad de <i>P. fijiensis</i> en la zona de San Carlos, utilizada como área silvestre para los estudios desarrollados en banano por CORBANA. Además, se podrá brindar apoyo e información a un cultivo tan importante como es plátano, para que los productores implementen estrategias de trabajo de la enfermedad orientadas a un manejo de resistencia de los fungicidas y así prolongar su vida útil.</p>	<p>Para iniciar en 2021. Este proyecto será una tesis de licenciatura del ITCR-SSC e iniciará este 2021.</p>
<p>Experimento: Evaluación de alternativas al uso de los fungicidas mancozeb y clorotalonil en el control de Sigatoka negra.</p>	<p>Determinar la eficacia de algunos productos biológicos, botánicos y químicos formulados comercialmente para el control de Sigatoka negra a los cuales se les ha visto potencial como alternativas al mancozeb y clorotalonil dado su menor impacto ambiental.</p>	<p>Lograr sustituir total o parcialmente la aplicación de estos fungicidas protectantes derivados del mancozeb y clorotalonil, principalmente por las restricciones que están teniendo en EEUU y Europa.</p>	<p>Para iniciar en 2021. Se evaluarán dosis y mezclas de productos de origen natural (sustancias GRAS, fungicidas inorgánicos y nutrientes).</p>

Experimento: Evaluación de tratamientos de erradicación de Foc.	Evaluar tratamientos para erradicar casos de Foc y eliminar el patógeno del suelo.	Contar con métodos efectivos para erradicar Foc en las fincas bananeras ante un eventual ingreso de Foc R4T.	Para iniciar en 2021. En 2021 se aplicarán los tratamientos en un lote experimental de la estación experimental de CORBANA en La Rita de Pococí contaminado con Foc Raza 1.
Actividad. Análisis de resistencia de <i>Pseudocercospora fijiensis</i> a fungicidas	Analizar la resistencia o sensibilidad de <i>Pseudocercospora fijiensis</i> a los diferentes fungicidas utilizados en el combate de la Sigatoka negra.	Se brinda información y soporte para la toma de decisiones en los programas de combate de la Sigatoka negra.	En desarrollo. Servicio del Laboratorio de Fitopatología.
Actividad. Evaluación de la estabilidad física de mezcla de fungicidas	Evaluar la compatibilidad entre fungicidas, fertilizantes foliares y otros agroquímicos para determinar sus posibilidades de uso en las plantaciones.	Permite aprovechar los vuelos de las aplicaciones de fungicidas para la aplicación de otros productos. Con esta prueba se conoce la posible interacción de los productos y si existe algún riesgo de incompatibilidad al mezclarlos.	En desarrollo. Servicio del laboratorio de Fitopatología. Se determinan variables como: estabilidad, pH y formación de espuma.
Actividad. Diagnóstico de fitopatógenos	Analizar muestras de plantas enfermas con la finalidad de determinar el agente causal.	Permite identificar que patógeno está afectando al cultivo, para definir la estrategia de manejo de la enfermedad.	En desarrollo. Servicio del Laboratorio de Fitopatología.

Actividad. Prueba de miniclusters (mini gajos) poscosecha	Realizar una evaluación a pequeña escala y preliminar de productos de acción fungicida que pueden ser considerados para el combate de enfermedades poscosecha en banano.	Se obtiene información preliminar del potencial de productos para el combate de las enfermedades poscosecha en una menor escala en comparación a evaluar cajas completas. Importante para moléculas o productos nuevos.	En desarrollo. Servicio del Laboratorio de Fitopatología.
Actividad. Prueba de fitotoxicidad (quema química)	Evaluar el efecto fitotóxico de mezclas fungicidas que contienen diferentes productos (ejm. fertilizantes foliares), donde se considere que uno de estos o su interacción podrían causar daños en la cáscara de la fruta o al follaje.	Identificar el posible efecto fitotóxico de alguna mezcla de productos en fruta u hojas de banano y prevenir daños a la fruta o plantación.	En desarrollo. Servicio del Laboratorio de Fitopatología.
Actividad: Programa de Asistencia Técnica en Manejo de Sigatoka negra	Asistir técnicamente a los productores de banano en el manejo de la Sigatoka negra y en la programación de aplicaciones aéreas de fungicidas.	Reducción de costos, aceite mineral y uso racional de fungicidas en las fincas.	En desarrollo: Programa que lleva más de 20 años de estar operando, al servicio del productor.
Actividad. Evaluación <i>in vitro</i> de productos con potencial contra fitopatógenos.	Evaluar la actividad fungicida o bactericida de productos contra microorganismos fitopatógenos, con el objetivo de determinar su potencial en el combate de las enfermedades que ocasionan.	Permite conocer la actividad <i>in vitro</i> de productos. Esta es la primera etapa para determinar el potencial de un producto para el combate de una enfermedad en específico.	En desarrollo. Servicio del Laboratorio de Fitopatología.

Actividad. Prueba de hoja individual	Realizar una evaluación a pequeña escala, pero a nivel de campo, de productos con potencial para el combate de la Sigatoka negra.	Se obtiene información preliminar del posible potencial de productos para el combate de la Sigatoka negra, en un menor tiempo y costo en comparación a la evaluación en parcelas. Los productos que muestren potencial pasan a pruebas de mayor escala.	En desarrollo. Servicio del Laboratorio de Fitopatología.
---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------

PROGRAMA PARA LA DE PREVENCIÓN DE Foc R4T

Experimento /actividades /acciones	Objetivo	Impacto	Observaciones
<p>Acción: Conferencias y capacitaciones</p>	<p>Capacitar e informar a los diferentes sectores en medidas de prevención de Foc R4T y la amenaza que representa para el país y el sector.</p>	<p>A productores y técnicos Se ofrecieron charlas de capacitación a productores orgánicos de Talamanca, productores de Coopeassa en Pérez Zeledón, San Julián de Sarapiquí, Hone Creek de Limón, La Ligia de Parrita, La América Dos Ríos de Upala, Aguas Claras de Upala, El Tanque de La Fortuna, Paquera de Puntarenas, Asociación Panapen de Estrada, San Miguel de Sarapiquí, miembros del Colegio de Ingenieros Agrónomos (CIAGRO) en San José, Pérez Zeledón, Pococí, Liberia y San Miguel de Sarapiquí; extensionistas del MAG de Siquirres, Guápiles, Pérez Zeledón, San Isidro del General, Esparza, Liberia, San Ramón, Cartago, Occidente y Ciudad Quesada; a técnicos y productores de dátil de Glatferlter Pococí; al PITTA Musáceas; Servicio Fitosanitario del Estado (SFE); productores y técnicos bananeros, datileros y plataneros de diversos lugares del país.</p> <p>A estudiantes A estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) sede San Carlos y Cartago, Escuela Técnica Agrícola Agroindustrial (ETAI) de Santa Clara en San Carlos, UCR San Pedro y Turrialba, UNA Heredia, Colegio</p>	<p>En desarrollo: más de 150 actividades de capacitación entre el 2009 al 2020; para un total de 3887 personas capacitadas.</p>

		<p>Técnico de Pococí Guápiles, Universidad New Hampshire y UNED La Fortuna.</p> <p>A empleados y funcionarios involucrados con trabajos en banano. Empleados de fincas de musáceas y de CORBANA, departamentos de Recursos Humanos de fincas de banano, inspectores de trabajo del Estado y certificadores, estudiantes del curso para Administradores de fincas de banano, funcionarios del gobierno y certificadores.</p> <p>Al público en general Fuerzas vivas del cantón de Matina y guías turísticas.</p>	
<p>Acción: Gestiones para la prevención (documentos legales y ordinarios y misivas)</p>	<p>Establecer y ordenar la base de combate legal de Foc R4T para el país.</p>	<p>La Dirección de Investigaciones de CORBANA da la primera alerta a las autoridades de esta institución sobre la amenaza de Foc R4T en mayo 1996. CORBANA previene al ministro de Agricultura sobre la amenaza de Foc R4T en el mundo (agosto 1996). La Junta Directiva de CORBANA solicita la implementación de medidas preventivas a OIRSA y Bioversity setiembre 2009; otras iniciativas relevantes se realizaron ante la comunidad internacional en junio 2011. Gestiones de importancia a nivel nacional para la prevención de Foc R4T se realizaron en julio 2009, mayo 2011 y octubre 2013; se</p>	<p>Concluido: gracias a este esfuerzo entre CORBANA y el SFE Costa Rica cuenta con la mejor y más completa estructura de combate legal de Foc R4T en toda la región LAC.</p>

alerta la presencia de Foc R4T fuera del sureste asiático en noviembre 2013 y se indica la urgencia de establecer acciones a nivel nacional abril 2014 y este mensaje se repite en diciembre 2014.

Elaboración documentos legales:

Plan de acción para la prevención y exclusión de Foc R4T.

Gestiones para la prevención se realizaron ante la Comisión de musáceas en febrero 2008, con el sector bananero julio 2009, recomendación al SFE para que prohíba la importación de plantas in vitro de países con Foc R4T julio 2009. Otras iniciativas ante el SFE en agosto 2011 y octubre 2013, Primeras reuniones para la elaboración del Plan de Acción marzo y abril 2014; aprobación del plan de acción por la Comisión de musáceas en junio 2014 y su entrega al ministro de agricultura en agosto 2014 y éste lo envía a OIRSA y FAO en agosto 2014, se fortalece el trabajo entre SFE y CORBANA febrero 2015; colaboración con el SFE en la elaboración del Análisis de Riesgo de Plaga setiembre 2015 y su publicación en agosto 2016; iniciativas con el Ministro de Agricultura para la implementación del plan de acción a nivel nacional y regional abril 2015; elaboración de las directrices técnicas (medidas fitosanitarias de acatamiento obligatorio) junto con el SFE entre agosto 2017 y junio 2018.

Otros documentos legales

		Colaboración con el SFE en la elaboración del Decreto Ejecutivo N° 40364-MAG para la prevención de Foc R4T marzo 2017, en la notificación G/SPS/N/CRI/190_OMC a socios comerciales agosto 2017 y apoyo al SFE en la resolución N° 004-2017-NR-SFE que regula la importación de plantas in vitro, partes de plantas, artesanías y sustratos orgánicos ante la OMC octubre 2017 y creación del fondo de prevención, exclusión y combate de Foc R4T mediante el Decreto N° 42037-MAG-H.	
Actividad: Programa de investigaciones en Fusarium	Desarrollar investigación que permita enfrentar la amenaza que representa Foc R4T para el país.	Proyectos de investigación para combatir Foc R4T inician en CORBANA con un convenio con Bioversity en enero 2013. A partir de ese momento se han desarrollado gran cantidad de trabajos de graduación e investigaciones hasta 2020. Adicionalmente, la realización de encuestas para medir el nivel de bioseguridad en las fincas se hizo entre marzo 2017 y noviembre 2019.	En desarrollo: la investigación continua en forma creciente enfocada a los aspectos clave como: bioseguridad, desinfectantes, combate biológico, variedades resistentes, erradicación, etc.
Acción: Primer Simulacro Nacional para la Prevención y Contención de Foc R4T	Evaluar la capacidad de respuesta del país ante una eventual incursión de Foc R4T y coordinar las acciones entre los diferentes involucrados.	Se identificaron aspectos críticos del proceso y se demostró a los productores bananeros y otros involucrados las capacidades de CORBANA y el SFE para enfrentar la amenaza de Foc R4T. Además, se enfatizó en la importancia de las medidas de prevención para evitar el impacto de esta enfermedad.	Concluido: Se realizaron nueve reuniones para el planeamiento del Primer Simulacro Nacional de manejo de un primer brote de Foc R4T del 1° de febrero al 14 de mayo de 2019 y un cierre el 16 de mayo, un día después de la realización del evento.

Acción: Días de campo	Transferir a los técnicos y productores de banano y otras musáceas, conocimiento práctico para la prevención de Foc R4T.	Transferencia de conocimientos al productor y personal técnico para la prevención y vigilancia de Foc R4T.	En desarrollo: Bioseguridad en finca San Pablo octubre 2015. Primer Simulacro Nacional Foc R4T de prevención y contención mayo 2019.
Actividad: Actualización de información sobre Foc R4T en página web de CORBANA	Facilitar a los productores el acceso a información sobre bioseguridad, combate legal, prevención, de Foc R4T.	Apoyo al productor bananero en procesos de certificación, auditorias y adopción de medidas de bioseguridad en las fincas, para prevenir el ingreso de Foc R4T a Costa Rica.	En desarrollo: actualización frecuente de la información.
Acción: Talleres de capacitación a nivel nacional	Capacitar a personal técnico y productores en aspectos generales de la enfermedad, situación actual, reconocimiento de síntomas, colecta y manejo de muestras, medidas de bioseguridad y legislación en materia de prevención de Foc R4T.	Contar con la mayor cantidad de personas involucrados y capacitadas es fundamental en la campaña de prevención para la “Exclusión-Contención” de Foc R4T en Costa Rica y la región. Principalmente, personal de empresas públicas o privadas que trabaje en aspectos de vigilancia fitosanitaria a nivel de campo, puertos, aeropuertos y/o laboratorio, en aspectos de investigación, producción, extensión agrícola o asistencia técnica a productores de musáceas.	Primer taller de capacitación se realizó en febrero de 2010; a partir de febrero 2014 y de manera frecuente se realizaron eventos de capacitación dirigidos a agricultores, productores bananeros y técnicos tanto del gobierno como aquellos involucrados en la industria bananera. Destacan entre ellos los tres Talleres Nacionales de Capacitación y las Jornadas Técnicas dirigidos al SFE, extensionistas del MAG y técnicos bananeros realizados entre octubre 2017 y diciembre 2019. Dada la situación por la pandemia en el 2021 se realizará de forma virtual, incluso se podrá invitar a personas de otros

			países de la región. Por otro lado, un aspecto importante de esta metodología es la posibilidad de un mayor alcance.
Acción: Talleres de capacitación internacionales	Coordinar acciones regionales en materia de prevención de Foc R4T y ayudar a otros países en materia de diagnóstico y prevención de la enfermedad.	CORBANA ha participado en al menos 10 eventos internacionales llevando ponencias, impartiendo capacitación y proponiendo acciones de prevención y contención a partir de octubre de 2007. Los eventos más importantes donde además de CORBANA participaron MUSALAC, ACORBAT, OIRSA, FAO, EMBRAPA, AGROSAVIA y BIOVERSITY tuvieron lugar en David, Panamá, Guayaquil Ecuador, Mérida, Venezuela, San Salvador, El Salvador, Brasil, Colombia, Roma, Italia, Pachuca, México, Miami, Estados Unidos y Colima (México).	En desarrollo: Se participa de manera activa.
Acción: Identificación de los posibles escenarios de aparición de brotes de Foc R4T.	Identificar los posibles escenarios de aparición de brotes de Foc R4T para planificar las medidas de contención y manejo ante una eventualidad.	Que el país y el sector bananero estén mejor preparados ante un eventual brote de Foc R4T, mediante la previsión de medidas en función de los posibles escenarios de aparición de la plaga.	En desarrollo: se desarrolló la primera etapa de identificación de escenarios y en 2021 se completará el trabajo.
Actividad. Evaluación de productos desinfectantes recomendados en CR para los programas de bioseguridad contra Foc R4T-Colaboración Universidad Exeter, UK.	Determinar si los ingredientes activos, dosis y productos recomendados para bioseguridad en el país son efectivos contra Foc R4T	Con esta evaluación se pretende confirmar que los productos desinfectantes recomendados por CORBANA al productor bananero nacional, eliminan propágulos de Foc R4T y pueden ser utilizados en los programas de bioseguridad.	En desarrollo. Dado que Foc R4T no está presente en CR, las recomendaciones en desinfectantes en el país se han basado en evaluaciones contra Foc raza 1 por lo que es fundamental evaluarlos contra

			<p>esta variante del patógeno. Hasta el momento se ha evaluado 1 producto y a finales del 2020 se enviaron 2 más a la Universidad de Exeter, para continuar con la evaluación. Los resultados confirmaron que el glutaraldehído a la dosis recomendada logra eliminar los propágulos de Foc R4T. Se está a la espera de los resultados para amonio cuaternario y la mezcla de amonio cuaternario + glutaraldehído.</p>
<p>Acción. Implementación de mejoras en los arcos de aspersión en puntos de entrada al país</p>	<p>Mejorar la bioseguridad contra plagas fitosanitarias y zoonosanitarias entre ellas Foc R4T</p>	<p>Evitar que Foc R4T ingrese al país al igual que otras plagas de importancia para la actividad bananera y agrícola del país</p>	<p>En desarrollo. Únicamente falta la implementación de las obras en puerto Caldera y en Paso Canoas.</p>
<p>Acción. Evaluación de la implementación de medidas fitosanitarias contra Foc R4T (Planes de acción)</p>	<p>Evaluar el estado y nivel de implementación de las medidas de bioseguridad contra Foc R4T en las fincas bananeras del país.</p>	<p>Se identificaron las oportunidades de mejora en términos de bioseguridad en cada una de las fincas productoras de banano de exportación, y se establecieron medidas de mejora. La actividad bananera no tendrá que incurrir en costos de contención y manejo de Foc R4T ni tampoco su producción se verá afectada mientras esta plaga está ausente en las fincas.</p>	<p>En desarrollo. El nivel de bioseguridad mejoró sustancialmente en 2020. Los planes de acción deben estar cumplidos en su totalidad en marzo 2021.</p>

<p>Acción. Material divulgativo (Hojas divulgativas y el Boletín N° 6 sobre Foc R4T, artículos)</p>	<p>Mantener informados y capacitar a funcionarios del estado, técnicos, propietarios, trabajadores de musáceas sobre diversos aspectos relacionados con Foc R4T</p>	<p>Incrementar las capacidades de las personas relacionadas con musáceas para realizar acciones preventivas contra Foc R4T.</p>	<p>En desarrollo. Frecuentemente se están realizando ediciones de nuevos documentos y reediciones de hojas divulgativas.</p>
<p>Acción. Evaluación de la resistencia de otras musáceas de interés y heliconias a Foc R4T</p>	<p>Evaluar el grado de resistencia de algunas musáceas y heliconias a Foc R4T.</p>	<p>Conocer el riesgo que corren o representan musáceas de interés en el país como los plátanos o invasoras como <i>Musa balbisiana</i> y <i>M. velutina</i> y las heliconias ante Foc R4T.</p>	<p>Para iniciar en 2021. Se aprovechará el convenio que existe con la Universidad de Exeter, UK. Se espera realizar el envío del material este año.</p>

Cuadro 8. Descripción de los experimentos, actividades y acciones llevadas a cabo y en proceso en el Eje de Relación -Suelo – Planta. Dirección de Investigaciones. 2021.

Experimento /actividades /acciones	Objetivo	Impacto	Observaciones
<p>FUSARIOSIS Técnicas de manejo de la calidad del suelo para el control de la Fusariosis (Foc raza 1) del banano (<i>Musa</i> AAA cv, ‘Gros Michel).</p>	<p>Integrar manejo del suelo y del sistema de cultivo para minimizar el impacto de la Fusariosis sobre la producción del banano.</p>	<p>El desarrollo de un sistema que permita mantener la producción de banano ante un eventual panorama (no deseado) de coexistencia con la Fusariosis por Foc R4T.</p>	<p>El modelo utilizado es el de ‘Gros Michel’ y el Fusarium Raza 1. Sistema desarrollado para áreas específicas EN Costa Rica con suelos infestados.</p>
<p>FINCA INTEGRADA Técnicas alternativas en banano: Optimización de la relación suelo-raíz-planta mediante la integración del manejo convencional y alternativo para mantener o incrementar la producción del banano (<i>Musa</i> AAA).</p>	<p>Evaluar de manera conjunta e integrada técnicas y productos ya probados en banano para aumentar la eficiencia de la fertilización, bajar el uso de nematicidas y mantener la producción</p>	<p>Se mantienen áreas con menor aporte de nutrientes en la fertilización (30%), sin nematicida y sin afectar la producción.</p>	<p>Proyecto de tres años con resultados consistentes en mantener una producción alta con menor aplicación de insumos. Se está trabajando la relación beneficio/costo</p>
<p>INVESTIGACIÓN CONTRATADA Evaluación del nematicida Nimitz.®</p>	<p>Determinar la eficacia de un nematicida banda verde de nueva generación, con efecto específico sobre los nematodos del banano.</p>	<p>El producto evaluado ha mostrado eficacia en el control de los nematodos y aumentando la sanidad radical. Las áreas con Nimitz mantienen alta capacidad productiva</p>	<p>El primer nematicida desarrollado per se en los últimos 20 años. Molécula de bajo perfil toxicológico con un aporte muy bajo de i.a./ha/año. Dos años de investigación. Ingreso para CORBANA de USD 80.000, en 2 años.</p>

<p>SUPRESORES Uso de estimulantes biológicos para transferir y activar la supresividad natural de los suelos a los nematodos.</p>	<p>Desarrollar técnicas más ecológicas para la sustitución parcial de nematicidas convencionales.</p>	<p>Resultados consistentes con estas técnicas con mayor número de raíz total, % de raíz funcional y menor número de nematodos. La producción similar a un programa convencional de nematicidas con un significativo menor impacto ambiental.</p>	<p>Investigación desarrollada inicialmente desde invernadero, replicada en 3 fincas e iniciando fase semicomercial en Finca San Pablo. Conlleva la técnica de elaboración de ensilajes. Se está en proceso de negociación con una empresa privada para posible escalamiento industrial. Potencial de un producto comercial con sello CORBANA.</p>
<p>Recirculación de nutrimentos en sistemas de hexágonos (en conjunto con Fisiología, Clima - Producción).</p>	<p>Aumentar la eficiencia en el uso de nutrimentos y materia orgánica (M.O.) en sistemas de siembra en hexágonos.</p>	<p>La recirculación de nutrientes y M.O. permite bajar hasta en un 30% la fertilización convencional sin afectar la producción.</p>	<p>10 años de investigación. El sistema además se presenta como una opción viable para menor impacto al suelo y establecimiento de comunidades microbiológicas, en alta producción. Puede integrarse a un manejo alternativo de la sanidad radical y en un uso más eficiente de los nutrientes del eco-sistema bananero.</p>
<p>Fuentes biológicas de nitrógeno.</p>	<p>Desarrollo de componentes microbiológicos (bacterias, actinos y</p>	<p>Se ha logrado mantener la producción similar a un programa convencional</p>	<p>Se mantiene la producción sin la</p>

	consorcios microbianos) que fijen nitrógeno atmosférico para nutrir la plantación.	de nitrógeno con un 50% de total aplicado comercialmente durante 6 generaciones.	aplicación de nematicidas y en un alto estado de vigor. Se mantiene además investigación básica de invernadero con grupos funcionales con potencial.
Uso de coberturas vivas y condiciones integrales del suelo en el cultivo de banano.	Evaluar el efecto integral de las coberturas sobre el suelo y la producción.	Se ha demostrado el efecto positivo en conservación del suelo, en recirculación de nutrientes, en mejora física, microbiológica y en mantener la producción del cultivo.	Se está iniciando una fase para investigar el uso de “herbicidas ecológicos”. Este es un tema estratégico para conservar suelos y evitar erosión.
Muestreo y selección de morfotipos nativos de hongos formadores de micorriza arbuscular con potencial para el combate de <i>Radopholus similis</i> .	Muestreo, selección y reproducción de morfotipos nativos de hongos formadores de micorriza arbuscular con potencial para el combate de <i>Radopholus similis</i> .	Desarrollo de métodos y productos alternativos para el control de nematodos del banano y asegurar la sanidad radical y la nutrición del cultivo con menor uso de insumos convencionales (fertilizantes y nematicidas).	Investigación básica de invernadero y aplicada a nivel de finca experimental, 4 años de investigación. Se tiene bien establecidos los aislados biológicos de mayor efecto positivo. Potencial aumento de uso del fósforo de los suelos (acumulado en suelos bananeros).
Respuesta biométrica de la raíz, follaje y racimo del cultivo del banano a diferentes estímulos bióticos y abióticos bajo principios de inteligencia vegetal.	Evaluar la respuesta biométrica del cultivo del banano a diferentes estímulos bióticos y abióticos bajo principios de inteligencia vegetal.	Incrementar el conocimiento de la respuesta de la planta de banano, para anticipar comportamientos ante estímulos ambientales para maximizar	Los resultados son novedosos, incluso se ha determinado que niveles controlados de estrés pueden estimular una

		respuesta productiva y/o minimizar impactos negativos.	mayor respuesta de la planta en términos de variables biométricas.
Encapsulado de agentes de combate biológico (ACB) y microorganismos nativos (MN) en biocarbón para promover sanidad radical e incrementar la biomasa de plantas de banano.	El objetivo es evaluar el efecto del biocarbón como portador de agentes de combate biológico y su eficacia en el combate de <i>Radopholus similis</i> y estímulo de biomasa en plantas de banano.	Desarrollo de tecnología alternativa y más ecológica para el combate de <i>Radopholus similis</i> en el cultivo del banano.	Realizado en conjunto Eje Suelo-Planta, Biología molecular y el CeniBiot. Un proyecto de investigación básica que puede establecer tecnologías más limpias y específicas para combatir los nematodos del banano.
Técnicas alternativas para el manejo del suelo en banano.	Optimizar la relación suelo-raíz-planta mediante la integración del manejo convencional y técnicas alternativas para mantener o incrementar la producción del banano.	Incrementar el acervo de conocimiento del comportamiento integral del suelo y del cultivo de banano de acuerdo con técnicas de manejo del suelo: mecanización, forqueo, zero labranza. Establecer tiempos de estabilización del suelo ante los tipos de manejo y disturbación.	Los resultados indican que las técnicas de mecanización si bien pueden afectar en el corto plazo la respuesta del cultivo, en el mediano, permiten una recuperación significativa del vigor y la producción del mismo, considerándose una rehabilitación <i>in situ</i> .
Evaluación de los biofertilizantes (bioles enriquecidos) en el esquema de la nutrición mineral del cultivo de banano.	Sustitución parcial de la fertilización convencional, la cual es realizada con fuentes nítricas mediante el uso de bioles enriquecidos según un esquema de manejo.	Se logró disminuir en un 25% la fertilización convencional sin afectar el rendimiento productivo (peso bruto de racimo). Los resultados permiten considerar la disminución de la fertilización convencional y suplir un % con biofermentos en suelos clase 1	Se evaluó por 9 generaciones esta práctica permitiendo obtener resultados consistentes sobre el efecto de los biofermentos en el

		hasta en un 50% de la cantidad de fertilizantes (sales) convencionales sin disminuir el rendimiento.	cultivo. Esto es una opción ante la posibilidad de una disminución (demanda de mercados del banano) de las fuentes convencionales de nitrógeno.
Fortalecimiento del programa de servicios,	Brindar servicios técnicos y de laboratorio, de manera oportuna al sector bananero y agrícola en general.	Respaldo y soporte técnico a la producción con un alto fundamento en los resultados más recientes de la investigación. Se brindan servicios prácticamente a todo el sector (al menos un servicio por grupo productor).	En 2020: <ul style="list-style-type: none"> • Se atendieron 35 fincas (aprox. 8000 ha) en Estudios de fertilidad • 80 fincas en servicios de nematología. • El Laboratorio de Química se procesó 17300 muestras y en el de Nematología 9700. Del total de muestras el 75% es venta de servicios y el 25% apoyo a la investigación (todos los ejes). Ingreso mayor a los USD 400.000 dólares en el año 2020 (suelos-químico-nema).
Consolidación de relación de servicios de laboratorio a Del Monte de Costa Rica.	Asegurar la venta de servicios y brindar soporte técnico a grupos en el sector que lo demanden.	Este contrato se ha firmado por tres años consecutivos. Se han realizado los esfuerzos necesarios para mantener este cliente.	Del Monte cerró operaciones de su laboratorio químico y ha estado demandando

			servicios a la Dirección de Investigaciones por tres años. Este cliente representa un ingreso no menor de USD 65.000,00/año.
Toma de decisiones en función de seguir la línea de prevención Foc R4T; no procesar muestras de suelo provenientes de otros países.	Asegurar por todos los medios posibles la mayor prevención ante la amenaza del Fusarium R4T.	La Dirección de Investigaciones decidió declinar oferta de venta de servicios de laboratorio a una comercializadora, ante el riesgo que se ingresarán muestras allende a las fronteras costarricenses. Esto representó una reducción en el ingreso de cerca de USD100 000,00.	Se informó a la Comisión Nacional de Laboratorios. Mediante el crecimiento de la cartera de clientes (caso Del Monte) y clientes de otros sectores se ha logrado compensar la disminución en los ingresos con una tendencia más bien creciente a través de los años.
Mejoras tecnológicas y aumento en la cartera de servicios del Laboratorio Químico.	Mantener la competitividad con servicios de calidad y ante nuevas demandas de los clientes.	Consolidación del Laboratorio Químico como referente a nivel nacional en temas de análisis de muestras provenientes de cultivos.	<ul style="list-style-type: none"> • Compra de un digestor de C/N. • Compra de un digestor de muestras foliares. • Compra de equipos y establecimiento del servicio de análisis de calidad de aguas residuales en plantas empacadoras. •

Integración y auspicio de la alianza nacional por los suelos y las tierras.	Mantener vigencia y presencia en los grupos científicos y productores que promueven practicas e iniciativas para el correcto uso, recuperación y sostenibilidad del recurso suelo.	<ul style="list-style-type: none"> • Exposición de la imagen corporativa en eventos de la ciencia del suelo. La integración implica ser parte estratégica en la alianza mundial por los suelos de la FAO. • Posibilidad de participar en proyectos internacionales y nacionales de investigación para optar por fondos externos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se auspician actividades cada año y se mantiene contacto constante con grupos de interés.
-----------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Cuadro 9. Descripción de los experimentos, actividades y acciones llevadas a cabo y en proceso en el Eje de Fisiología – Clima-Producción- Entomología. Dirección de Investigaciones. 2021.

Experimento /actividades /acciones	Objetivo	Impacto	Observaciones
Evaluación de insectos controladores biológicos de plagas en banano.	<p>Determinar los principales insectos benéficos presentes en las plantaciones bananeras con potencial en la regulación natural de las plagas que afectan el racimo y corno de banano.</p> <p>Evaluar la arquitectura vegetal que puede influir en el éxito para el establecimiento de los insectos benéficos y su relación con las condiciones climáticas.</p>	<p>Conservar la fauna benéfica nativa que puede contribuir con la regulación natural de las plagas del cultivo.</p> <p>Una menor dependencia de moléculas químicas para el combate de plagas.</p>	<p>Evaluación del impacto de la vegetación sobre algunos grupos de insectos benéficos, adquirir conocimiento sobre las interacciones insecto-planta-clima que permitan a los insectos benéficos poder establecerse más exitosamente.</p> <p>Valorar el efecto negativo que tienen las moléculas químicas sobre los enemigos naturales.</p>

<p>Evaluación de pies de crías de insectos benéficos para el combate de plagas en banano.</p>	<p>Reproducir a mediana escala dos especies de depredadores y un parasitoide en condiciones de laboratorio para el combate de cochinillas y escamas.</p> <p>Valorar el efecto de las fundas usadas en la actividad bananera sobre esos enemigos naturales.</p>	<p>Generar un insumo biológico para el control de escamas y cochinillas, al alcance de los productores escalado a niveles industriales para la comercialización.</p>	<p>Valorar el potencial de tres especies de enemigos naturales criadas en el laboratorio con potencial de ser liberadas en el campo.</p> <p>Este proyecto en su segunda fase debe de contemplar un componente que se vincule con una empresa de escalamiento.</p>
<p>Evaluar estrategias de combate del picudo negro y plagas de racimo.</p>	<p>Validar y establecer una estrategia de combate integrada del picudo negro en el campo mediante sustratos enriquecidos con agentes de control biológico incorporando.</p> <p>Evaluar insecticidas químicos y biológicos para el combate de plagas de racimo.</p>	<p>Ofrecer al productor bananero nacional una estrategia de combate biológica incorporada en un sustrato orgánico que además contribuya a mejorar la sanidad radical.</p> <p>Reducir el uso de insecticidas sintéticos en el combate de plagas en banano.</p>	<p>CORBANA estará ofreciendo al productor nacional el producto “Sin picudo”, un insumo biológico a base del hongo <i>Beauveria bassiana</i> para combatir el picudo negro.</p> <p>Dentro de las actividades propias del área de entomología, se evalúan productos químicos, biológicos y compuestos de otros orígenes en el combate de las escamas, cochinillas y otras plagas que atacan el cultivo.</p>
<p>Servicio de monitoreo de plagas en fincas bananeras.</p>	<p>Brindar al productor bananero nacional un servicio de monitoreo de plagas basado en escalas de evaluación y criterios técnicos para la toma de decisiones de combate.</p>	<p>Minimizar el riesgo que los insectos se salgan de control y se propaguen rápidamente por las plantaciones bananeras.</p> <p>Contar con herramientas técnicas y criterio experto para optimizar los recursos de las empresas y ser más efectivos en el combate de plagas.</p>	<p>Los costos de combate de plagas insectiles principalmente por escamas y cochinillas, pueden superar los \$1000/ha/año por lo que un diagnóstico asertivo y oportuno, es una necesidad.</p>

Evaluación de fundas para el combate de insectos en el racimo de banano	Evaluar fundas de origen sintético y biodegradable para el combate de plagas que afectan al racimo de banano.	Brindarle al productor bananero una alternativa eficiente y segura en el combate de plagas con el menor impacto sobre el ambiente.	La Unión Europea ha reducido los Límites Máximos de Residuos de los principales insecticidas. Se deben de evaluar nuevas moléculas con perfiles ecotoxicológicos menos importantes para la salud humana y la fauna benéfica habitante en las plantaciones bananeras.
Efecto de los insecticidas utilizados en el combate de plagas sobre los principales enemigos naturales que regulan las plagas de racimo.	Estudiar el efecto que tienen los insecticidas sintéticos y de origen botánico, sobre los principales depredadores y parasitoides con potencial para ser utilizados en un programa de control biológico.	Seleccionar insecticidas que controlen plagas de banano, a su vez tengan el menor impacto negativo sobre los parasitoides y depredadores que regulan de forma natural las plagas de racimo.	Existen muchos agroquímicos que afectan de forma directa e indirecta a los enemigos naturales y de ellos los insecticidas presentes en las fundas de banano son los más perjudiciales. Por esta razón es importante conocer como estos insecticidas (químicos y de origen botánico) puedan impactar sobre los enemigos naturales que puedan a su vez ser utilizados en los programas de manejo integrado de plagas.
Potencial de los insectos en la transmisión y diseminación de enfermedades bacterianas y fúngicas en el cultivo de banano.	Estudiar el potencial del picudo negro en la diseminación de la fusariosis del banano. Determinar cuáles insectos intervienen en los procesos de diseminación de fitopatógenos que afectan el cultivo de banano.	Conocer cuáles son los insectos involucrados como transmisores de enfermedades en las plantas y como se pueden combatir de forma temprana para minimizar el impacto.	Los insectos han sido poco estudiados como vectores de enfermedades en el cultivo de banano. Sin embargo, es conocido que estos desempeñan un papel importante en epidemiología de múltiples enfermedades.

Mantenimiento de la colección de musáceas de CORBANA.	Conservar y estudiar la diversidad genética de las 184 accesiones que conforman al jardín clonal de musáceas de CORBANA.	Los aportes en investigación agronómica, fisiológica, mejoramiento genético, docencia, y seguridad alimentaria, son sumamente valiosos para todo el sector bananero y el país.	Contempla el mantenimiento y renovación de los diferentes cultivares en campo y las prácticas culturales que conlleva el ciclo de cultivo. Dicho banco de germoplasma contará con un aumento de introducciones durante el año 2021.
Conservación del banco de germoplasma de musáceas <i>in vitro</i> .	Disponer de una réplica <i>in vitro</i> de los materiales establecidos en la colección de campo.	De gran relevancia para el sector bananero, el tener a disposición toda la riqueza genética que representa esta colección de musáceas. Por seguridad se mantiene una réplica en condiciones <i>in vitro</i> , ante posibles pérdidas por plagas, enfermedades y vandalismo.	Evitar la erosión genética.
Materiales con resistencia a fusarium R4T.	Establecer un lote de los materiales específicos que presentan tolerancia o resistencia a <i>Fusarium</i> R4T.	Estrategias de manejo contra Foc R4T. Convenio CORBANA-EMBRAPA. Programa de selección y mejoramiento genético o como cultivos promisorios para ofrecer al productor nacional.	Búsqueda, establecimiento, multiplicación, siembra y mantenimiento de los materiales con resistencia a Foc R4T.
Producción de cultivares elite de banano.	Establecer materiales elites en fincas bananeras, dar seguimiento y evaluar su comportamiento productivo.	Se pone a disposición del productor materiales seleccionados, con las mejores características agronómicas, de vigor y producción.	Visita de fincas, monitoreo, evaluación y selección de materiales. Continuación mediante la selección de los materiales con un mayor potencial productivo.

Aportes de materiales para investigación.	Aportar plantas requeridas por los colegas de la Dirección de Investigaciones, para experimentos o proyectos de investigación.	Todos los resultados y aportes científicos, agronómicos, en mejoramiento o selección que generen estos estudios, y el impacto que tengan en el sector bananero.	Establecimiento, multiplicación y entrega de plantas, de diferentes cultivares y estados, para llevar a cabo las investigaciones en CORBANA.
Mejoramiento genético, rescate de embriones de <i>Musa</i> .	Establecimiento de un método para el rescate y cultivo <i>in vitro</i> de embriones de <i>Musa</i> como vía para facilitar el mejoramiento genético convencional.	Parte esencial como base de trabajo en programas de mejoramiento genético convencional.	Metodología disponible en el laboratorio de biotecnología para su uso en el momento correspondiente.
Obtención de suspensiones celulares, vía embriogénesis somática en banano.	Obtener suspensiones celulares de banano cv. Gran enano.	Plataforma para la investigación con CRISPR/Cas, en la búsqueda de material resistente a <i>Fusarium</i> , Foc R4T.	Metodología esencial para poder regenerar las plantas producto de edición genética.
Uso del ácido fusárico como agente de selección <i>in vitro</i> en plantas de banano.	Determinar <i>in vitro</i> la posibilidad de una respuesta diferenciada rápida para determinar resistencia o susceptibilidad a Foc Raza 1.	Puesta a punto de un método de determinación precoz de resistencia.	Apoyo a un programa de mejoramiento genético convencional.

<p>Cooperación científica CORBANA-EMBRAPA: (Mejoramiento genético convencional).</p>	<p>Desarrollar un cultivar de los subgrupos Cavendish y Gros Michel resistentes a Sigatoka negra y a la marchitez por Fusarium razas 1 y 4 a partir de hibridaciones, así como validar en el campo cultivares desarrollados en EMBRAPA.</p>	<p>-Obtener un cultivar del Subgrupo Cavendish con resistencia Sigatoka negra y/o a la raza 4 tropical de Fusarium con calidad comercial.</p> <p>-Lograr desarrollar un cultivar del Gros Michel con resistencia a raza 1 y/o a la raza 4 de Fusarium con calidad comercial.</p> <p>-Brindar un cultivar mejorado por EMBRAPA al productor nacional para exportación y de uso local.</p>	<p>Le corresponde a la Dirección de Investigaciones lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Enviar genotipos desarrollados por EMBRAPA para pruebas contra raza 4 de Fusarium. -Realizar estudios de fertilidad de los genotipos de banano Gros Michel, mediante cruzamientos. -Entrecruzar plantas de cv Grande Naine en Costa Rica para usar como parentales femeninos en los cruzamientos con diploides de EMBRAPA. -Fenotipar las progenies obtenidas de los cruzamientos. -Evaluar agrónomicamente los cultivares.
<p>Evaluación del cultivares de banano (<i>Musa</i> AAA) promisorios en comparación con variedades cultivadas en la zona Caribe de Costa Rica.</p>	<p>Estudiar el comportamiento vegetativo y productivo de diversos cultivares de banano de porte bajo, en comparación con el cultivar Grande Naine establecido en las explotaciones comerciales.</p>	<p>Obtener cultivares de banano altamente productivos.</p>	<p>Se da seguimiento productivo a cinco cultivares élite de banano de porte bajo derivados del cv. 'Grande Naine', seleccionados en experimentos anteriores, que presentan mejor comportamiento en el Índice de Retorno, e incremento de peso del racimo.</p>
<p>Aislamiento y selección de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (pgpb) nativas de la Región Caribe, con potencial para uso en el cultivo de banano.</p>	<p>Muestrear, seleccionar y aislar bacterias nativas del suelo en fincas bananeras, para determinar su capacidad de promover el crecimiento vegetativo de vitro-</p>	<p>Las bacterias promotoras de crecimiento han logrado mantener e incrementar la producción con un 50% menos de la fertilización nitrogenada y sin la aplicación de nematicidas.</p>	<p>Experimentación actual a nivel de campo.</p>

	plantas de banano, bajo condiciones de invernadero y campo.		
Respuesta productiva de plantas de banano a la nutrición con dosis de fertilizante convencional y al aporte de nutrimentos y materia orgánica de los remanentes de la cosecha en el sistema de siembra de hexágonos.	Evaluar la respuesta en crecimiento y producción de plantas de banano a las aplicaciones de fertilizante convencional, materia orgánica, en comparación con remanentes de cosecha en un sistema de siembra en hexágonos en alta densidad de población.	Reducción de hasta un 30% en la fertilización convencional sin afectar la producción. Opción viable para menor impacto al suelo y establecimiento de comunidades microbiológicas, en alta producción. Incremento en el Índice de Retorno y en el peso de la fruta.	Se realizan mediciones periódicas de variables vegetativas y de producción en experimento de campo.
Finca integrada Evaluar técnicas alternativas en banano: optimización de la relación suelo-raíz-planta mediante la integración del manejo convencional y alternativo para mantener o incrementar la producción del banano.	Evaluar de manera conjunta e integrada técnicas y productos ya probados en banano por la Dirección de investigaciones para aumentar la eficiencia de la fertilización, bajar el uso de nematicidas y mantener la producción.	Reducción de un 30% de la fertilización y menor uso de nematicida, sin afectar la producción.	<ul style="list-style-type: none"> - Producción más ecológica - Conservación del suelo - Estimulación microbiana del suelo. - Salud y calidad del suelo - Recirculación de nutrimentos
Técnicas de manejo de la calidad del suelo para el control de la fusariosis (Foc raza 1) del banano (<i>Musa</i> AAA cv, 'Gros michel).	Integrar manejo del suelo y del sistema de cultivo para minimizar el impacto de la Fusariosis sobre la producción del banano.	El desarrollo de un sistema que permita reducir la incidencia de la enfermedad y mantener la producción de banano ante un eventual panorama (no deseado) de coexistencia con la Fusariosis por Foc R4T.	Prácticas como la solarización y la aplicación de consorcios microbianos han tenido un efecto positivo en la incidencia de enfermedad.

<p>BANACLIMA: unidad especializada en la recopilación y manejo de información agrometeorológica, para estudiar las condiciones climáticas e hidrológicas para contribuir a mejorar la producción del banano en Costa Rica.</p>	<p>Establecer un centro especializado para la recopilación y manejo de la información generada por una red de estaciones meteorológicas en la principal zona de producción de banano en la región Caribe de Costa Rica.</p>	<p>Brindarles a los productores nuevas herramientas para la planificación, y toma de decisiones en el manejo de sus fincas.</p>	<p>Se cuenta con una red de estaciones meteorológicas (12 estaciones) distribuidas sistemáticamente en base a nichos climáticos en la zona bananera del Caribe.</p>
<p>Monitoreo y verificación de los datos climáticos. Mantenimientos preventivos y correctivos de las estaciones meteorológicas.</p>	<p>Desarrollar un sistema de información climatológica en tiempo real de fácil acceso y disponibilidad para consulta del sector bananero costarricense.</p> <p>Realizar investigación sobre el efecto del clima en la producción, las plagas y enfermedades que afectan el cultivo de banano.</p>	<p>Consolidar una herramienta tecnológica al servicio del productor. Sitio web de BANACLIMA para consultas en tiempo real. Pronósticos de tiempo para el manejo logístico de las fincas. Brindar recomendaciones agronómicas para mitigar los efectos adversos al cultivo provocados por variables climáticas.</p>	<p>Alimentación de la información de clima en tiempo real. Análisis de las bases de datos climatológicos. Elaboración del Pronóstico del tiempo a corto y largo plazo. Mantenimiento preventivo y mejora continua tecnológica de los equipos de las estaciones meteorológicas.</p>
<p>Divulgación de la información de clima al servicio del productor bananero.</p>	<p>Propiciar y facilitar la información climática actualizada y confiable del clima al sector bananero.</p>	<p>Información ágil y oportuna del clima al generar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reporte climático semanal. • Boletín climático mensual. • Boletines extraordinarios. • Mensajes de pronóstico por correo electrónico y a celulares. 	<p>Valor agregado de CORBANA mediante servicios para el productor.</p>
<p>Servicio de la información climática a terceros.</p>	<p>Venta de información climática a terceros.</p>	<p>Información climática de la zona bananera disponible a terceros los cuales brindan servicios al productor asociado.</p>	<p>Confeción de contrato legal para brindar la información requerida.</p>

Análisis temporal del comportamiento de la producción de banano por medio del uso de sensores remotos.	Evaluar técnicas y métodos de Sensores Remotos (Imágenes de satélite) para cuantificar con exactitud la distribución espacial y temporal de las condiciones agronómicas y de productividad del cultivo banano en Costa Rica.	Poner al servicio del productor una herramienta que permita un análisis detallado abarcando toda el área de cultivo. Esto facilita la planificación, el manejo, y la toma de decisiones a nivel de finca.	Se realizan muestreos periódicos de los valores de reflectancia multiespectral obtenidos por imágenes de satélite, así como el registro de variables de productividad y fenología de plantas de banano, obteniéndose índices de vegetación (INDV) para analizar la relación con los parámetros de productividad del cultivo de banano.
Colaboración científica CORBANA-Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC).	Analizar las técnicas y métodos de sensores remotos para el monitoreo de las variables de productividad y fenología de fincas bananeras, mediante el uso de índices de vegetación obtenidos desde imágenes captadas con drones.	Obtener un diagnóstico de la población, vigor y pronósticos de cosecha a través de imágenes tomadas, drones en asocio con información climática. Uso de drones para el monitoreo de variables de producción en banano.	Se hacen levantamientos de imágenes obtenidas con el DRON de cámara multiespectral y cámara térmica para analizar la relación con los parámetros de productividad. Se obtuvo la certificación de operación de drones por parte de Aviación Civil.
Colaboración científica Agriculture Agri-Food Canadá (Ministerio de Agricultura Canadá)- CORBANA.	Evaluar el uso de imágenes de Radar de Apertura Sistemática (SAR) para monitorear los parámetros de productividad y fenología, así como el desarrollo de algoritmos en la estimación de humedad del suelo y la biomasa.	Delimitar el área establecida con banano en forma detallada, obteniendo el área de producción neta, así como el entorno geográfico de sus componentes (área de cultivo, instalaciones, estructura vial, hidrología, etc.), facilitando la planificación del manejo. Obtener un mapa detallado del área bananera de Costa Rica.	Se obtuvieron 60 imágenes de radar por medio del Convenio. Información facilitada gratuitamente a CORBANA (a razón de comprar dichas imágenes el costo sería de 324000 dólares).
Colaboración científica CORBANA- MALVERN PANALYTICAL (USA)	Desarrollar un modelo que permita obtener los niveles de nitrógeno	Desarrollar un modelo detallado de los niveles de nitrógeno, aumentando el número de muestras y análisis.	Malvern Panalytical nos facilita equipo especializado de alto costo. (En este momento tenemos

	utilizando únicamente el espectroradiómetro. Identificar las diferencias en la firma espectral de plantas con diferentes grados de infección de <i>Fusarium oxysporum f.sp. cubense</i> raza 1.	Identificar en forma precoz la presencia de enfermedades. Este estudio básico permitirá a futuro hacer correlaciones de la presencia de la enfermedad en el campo sin la necesidad de toma de la muestra <i>in situ</i> .	3 espectoradiómetros a un costo individual de 70.000 dólares.
Colaboración CORBANA- Universidad de Exeter de Inglaterra.	Desarrollar conjuntamente métodos para mapear las plantaciones de banano. Realizar trabajos relacionados con clima en forma conjunta.	Desarrollar una metodología para realizar el mapeo periódico de las áreas de banana basado en imágenes de radar de SENTINEL 1 y la Plataforma de Google Earth Engine.	Disponibilidad de la Universidad para realizar a posteriori acciones de capacitación al más alto nivel, para personal de CORBANA.

14. CORBANA Y SU APOYO INSTITUCIONAL ANTE LA ACADEMIA.

El trabajo conjunto entre profesionales de Investigaciones con estudiantes de diferentes centros académicos costarricenses y también internacionales, en el caso concreto de la Universidad de Wageningen (Holanda), ha sido una iniciativa apoyada ampliamente por la Dirección de Investigaciones. Se han llevado a cabo investigaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos en CORBANA y para sustentar grados académicos de bachiller, licenciatura, maestría y doctorado. Sin duda alguna a través del tiempo se ha consolidado una relación ganar - ganar, de gran impacto para el desarrollo de Costa Rica; propiciada por el rol protagónico de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA). El acervo de conocimiento generado por 114 temas de investigación científica llevados a cabo es una perogrullada. El impacto social propiciado por CORBANA es importante y reconocido (Cuadro 10).

Cuadro 10. Relación de CORBANA con la Academia mediante el apoyo a Investigaciones con estudiantes. Dirección de Investigaciones. Período 1998-2021.

NOMBRE	OPCIÓN	SECCION DE TRABAJO	TÍTULO	INSTITUCIÓN	AÑO	ESTADO ACTUAL
1. Randall Vargas A.	Bachillerato	Fitoprotección	Sensibilidad <i>in vitro</i> de la Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> , Morelet) a siete fungicidas inhibidores de la biosíntesis el ergosterol (IBE) a un benzimidazol y un metoxiacrilato, en plantaciones comerciales de banano (<i>Musa</i> AAA) del Caribe de Costa Rica.	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	1998	Concluida
2. Hugo Alberto Mendez B.	Tesis de Licenciatura	Fitoprotección	Efecto de seis niveles de nitrógeno, seis de potasio y sus interacciones sobre la incidencia y severidad de sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet) en el cultivo de banano, clon gran enano (<i>Musa</i> AAA).	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	1998	Concluida
3. Armando Aguilar V.	Tesis de Licenciatura	Fitoprotección	Identificación de hongos asociados al deterioro radicular del banano (<i>Musa</i> AAA) y su relación con el daño causado por el nematodo barrenador <i>Radopholus similis</i> , COBB) en fincas de la vertiente del Caribe de Costa Rica.	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2002	Concluida
4. Mauricio Serrano.	Pasantía	Fitoprotección	Algunas características poscosecha del fruto de cinco diploides (<i>Musa</i> AA) y cuatro	U.C.R.	2003	Concluida

			triploides (<i>Musa</i> AAB, AAA) de banano.			
5. Ricardo Villalta B.	Tesis de grado	Fitoprotección	Alternativas orgánicas y biológicas para la disminución en la cantidad total del fungicida mancozeb empleado en plantaciones bananeras de Costa Rica: impacto ambiental y económico.	U.C.I. Universidad para la Cooperación Internacional	2004	Concluida
6. Sergio Laprade Coto	MSc.	Dirección de Investigaciones	Gestión Ambiental	Universidad para la Cooperación Internacional (UCI)	2004	Concluida
7. Maricruz Ramírez S.	Pasantía por bachillerato	Fisiología - clima – producción	Comportamiento de frutos de banano (<i>Musa</i> AAA, cv. Grande Naine) provenientes de plantas sometidas a diferentes intensidades de defoliación.	U.C.R.	2005	Concluida
8. Joaquín Naranjo	Tesis de grado	Entomología	Efectividad de dos sistemas de protección del racimo de banano (<i>Musa</i> AAA) durante su desarrollo en el campo basados en el uso de los insecticidas clorpirifos y bifentrina, impregnados en la funda de polipropileno o en la cinta plástica denominada “CORBATA”.	U.N.A	2007	Concluida

9. Vloemans, H.	Tesis Mag. Sc.	Suelo –Planta	Potassium as an indicator, to determine groundwater flow, with the purpose of assessing pesticide contamination risks for the water wells and natural reserves in the Limón Basin.	Wageningen, NL.	2007	Concluida
10. Priscila Malcolm M.	Tesis de grado	Fitoprotección	Evaluación de ácidos grasos y fungicidas de origen vegetal, como alternativa a los fungicidas químicos sintéticos en el control de enfermedades poscosecha del banano (<i>Musa AAA</i>).	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2007	Concluida
11. Angela Madriz Guzmán	Tesis de grado	Fitoproteccion	Efecto <i>in vitro</i> y en campo de Esteres metílicos de aceite de higuerrilla, palma y soya sobre <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , agente causal de la Sigatoka negra en banano (<i>Musa AAA</i>).	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2007	Concluida
12. David Azofeifa A.	Tesis de grado	Fitoprotección	Efecto de la fertilización foliar con Ca, Mg, Zn y B en la severidad de la Sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet) en el crecimiento y la producción del banano (<i>Musa AAA</i> , cv. Grande Naine).	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2007	Concluida
13. Mauricio Guzmán Q.	Tesis de grado	Fitoprotección	Estrategias para el manejo de la resistencia de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet, agente causal de la Sigatoka negra en banano a fungicidas triazoles.	UCR	2007	Concluida

14. Erick Bolaños C.	Tesis de grado	Asistencia Técnica	Análisis del Servicio de Asistencia Técnica de CORBANA. Lineamientos para su mejoramiento.	UNED	2007	Concluida
15. Maricruz Ramírez	Pasantía	Fisiología-clima-producción	Estimación de la vida verde en fruta del clon Gran Enano (<i>Musa</i> AAA).	UCR	2008	Concluida
16. Leslie Medina	Pasantía	Suelo –Planta	Curva de absorción de nutrimentos en una plantación establecida de banano (<i>Musa</i> AAA) cv. Williams	UCR	2008	Concluida
17. Pedro Torres A.	Tesis de maestría	Nematología	Efectividad de los hongos nematófagos: <i>Trichoderma</i> spp., <i>Paecilomyces lilacinus</i> (Thom) Samson, <i>Arthrobotrys oligospora</i> Dreschler y hongos formadores de micorrizas arbusculares, en el combate de <i>Radopholus similis</i> (Cobb) Sher.	UNA	2008	Concluida
18. Erick Bolaños C.	Tesis Maestría en Extensión Agrícola.	Asistencia técnica	Análisis del Servicio de Asistencia Técnica de CORBANA S.A. Lineamientos para su mejoramiento.	UNED	2008	Concluida
19. María Araya V.	Tesis de maestría	Suelo - Planta	Efecto de la aplicación de compost y nematicida sobre una renovación del cultivo del banano (<i>Musa</i> AAA) en domos y sobre la dinámica de poblaciones microbiales y nematodos, la sanidad del	UCR	2009	Concluida

			sistema radical y propiedades físicas y químicas del suelo.			
20. Fulvio Arias T.	Tesis de maestría	Suelo – Planta	Caracterización química y mineralógica de suelos aluviales cultivados con banano (<i>Musa AAA</i>) en el Caribe de Costa Rica.	UCR	2009	Concluida
21. Rafael Segura M.	Tesis de maestría	Suelo – Planta	Efecto del pH sobre condiciones químicas y microbiológicas del suelo aparente, de la rizósfera y de la raíz del banano (<i>Musa AAA</i>) y su relación con variables biométricas en plantaciones bananeras.	UCR	2009	Concluida
22. Claudiana Carr R.	Tesis de maestría	Fitoprotección	Aislamiento de hongos antagonistas en plantaciones de banano (<i>Musa AAA</i>) para el control biológico de la Sigatoka negra.	UCR	2009	Concluida
23. Melvin Madrigal Alfaro	Pasantía de bachilletaro	Fisiología -clima-producción.	Evaluación de la aplicación poscosecha de AG3 y 1- MCP en banano Dátil cv. Pisang Mas (<i>Musa AA</i>) producido bajo diferentes edades de cosecha e intensidades de desmane.	UCR	2009	Concluida
24. Alcides Sánchez Monge	Colaboración en tesis Licenciatura	Fisiología –clima-producción.	Empleo de Eriofidos (Acari; Eriophidae) en el control de arvences para reducir el uso de	UCR	2009	Concluida

			herbicidas en el cultivo del banano.			
25. Alberto Fallas Barrantes	Tesis de licenciatura	Fisiología – clima-producción.	Elaboración y evaluación de extractos de origen vegetal a partir de jengibre (<i>Zingiber officinale</i>), orégano (<i>Origanum vulgare</i>), ajo (<i>Allium sativum</i>) y reina de la noche (<i>Datura x candida</i>) sobre la mortalidad de <i>Radopholus similis</i> en condiciones <i>in vitro</i> .	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2010	Concluida
26. Ana Patricia López G.	Tesis de licenciatura	Fisiología – clima-producción.	Evaluación de extractos de cuatro especies de plantas y sus compuestos orgánicos sobre la mortalidad de <i>Radopholus similis</i> en condiciones <i>in vitro</i> .	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2010	Concluida
27. Melvin Madrigal	Tesis de licenciatura	Fisiología-clima-producción.	Efecto de dos retardadores de maduración en el comportamiento poscosecha del banano Dátil.	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2010	Concluida
28. Andrés Vargas	Pasantía bachillerato	Entomología	Evaluación de cinco insecticidas botánicos para el control de las cochinillas harinosas en condiciones <i>in vitro</i> .	UCR	2010	Concluida
29. Josué Pineda Surá	Pasantía	Asistencia Técnica	Diagnóstico del proceso de aceptación y uso del software perfil de racimo desarrollado por CORBANA S.A., para la evaluación integral de la calidad del banano en fincas	UNED	2010	Concluida

			independientes de la zona atlántica de Costa Rica.			
30. Casper W. Quist.	Tesis de Maestría	Fitoprotección	Fungicide resistance in four <i>Mycosphaerella fijiensis</i> populations in Costa Rica and The evaluation of Enzicur for black Sigatoka control in bananas.	Universidad de Wageningen	2010	Concluida
31. Maricruz Ramírez	Tesis de licenciatura	Fisiología –clima-producción.	Efecto de la inmersión en agua caliente sobre la secreción de látex por la corona de gajos recién conformados de frutos de banano.	UCR	2010	Concluida
32. Edgardo Serrano E.	Tesis de licenciatura	Suelo –planta.	Efecto de la enmienda carbonato de calcio (Ca CO ₃) y las coberturas vegetales sobre las propiedades físicas, químicas, microbiológicas, los nemátodos y la productividad del cultivo del banano (<i>Musa AAA</i>).	UCR	2011	Concluida
33. Adriana Montero R.	Pasantía	Nematología	Efecto de pasto ensilado y su mezcla con quitina y quitosano sobre <i>Radopholus similis</i> , en plantas de banano (<i>Musa AAA</i>) bajo condiciones in vitro e invernadero.	UNA	2011	Concluida
34. José Luis Navas	Tesis de licenciatura	Control Biológico /Entomología	Eficacia de <i>Beauveria bassiana</i> (Balsamo) Vuillemin como controlador biológico de <i>Cosmopolites sordidus</i> Germar	UNA	2011	Concluida

			(Coleoptera: Dryophthoridae) en una plantación de banano en la región Caribe de Costa Rica.			
35. Carlos Alberto Rojas E.	Tesis de licenciatura	Entomología	Prospección de la entomofauna benéfica asociada al banano (Musa AAA, subgrupo "Cavendish", en la región Atlántica de Costa Rica.	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2011	Concluida
36. Esmeralda Castro Vargas	Tesis de licenciatura	Entomología	Evaluación de hongos entomopatógenos y sus metabolitos secundarios, como agentes de control de la cochinilla del banano (<i>Pseudococcus elisae</i>).	UNA	2011	Concluida
37. Paola Beita Vásquez	Tesis de Bachillerato	Entomología/ Control Biológico	Establecimiento de un pie de cría de escamas y sus parasitoide.	UNA	2011	Concluida
38. Arturo Valenzuela S.	Tesis Bachillerato	Control Biológico	"Establecimiento de un protocolo para el aislamiento de microorganismos benéficos de plantaciones de banano en la vertiente Caribe de Costa Rica".	UNA	2011	Concluida
39. Fernando Vives S.	Tesis Licenciatura	Control Biológico	Establecimiento de un protocolo para el aislamiento de microorganismos con potencial biofertilizante de plantaciones de banano en la vertiente Caribe de Costa Rica.	UNA	2011	Concluida

40. Melissa Palma J.	Tesis Licenciatura	Control Biológico	Caracterización morfológica y molecular de la cochinilla harinosa <i>Pseudococcus</i> sp. en el cultivo de banano (<i>Musa</i> sp.) en la zona Atlántica de Costa Rica y su comparación con cochinillas de Centroamérica.	UCR	2011	Concluida
41. Diego Molina	Pasantía	Control Biológico	Determinación de DL50 de la cepa de <i>Heterorhabditis</i> sp. CIA-NE07 sobre L3 y L5 de <i>Cosmopolites sordidus</i> en condiciones de laboratorio y en plantas de invernadero.	UCR	2011	Concluida
42. Fabián Vindas C.	Tesis de Licenciatura	Fitoprotección	Efecto de la fertilización al suelo con dos fuentes de silicio sobre la producción de banano (<i>Musa</i> AAA, cv. Grande Naine) y la severidad de la sigatoka negra (<i>Mycosphaerella fijiensis</i> Morelet)	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2011	Concluida
43. Roxana Villalobos M:	Tesis de Licenciatura	Control Biológico	Efecto de las características y composición de las fundas para racimos sobre las variables de producción, la severidad del speckling y la incidencia de otras plagas y daños del fruto de banano (<i>Musa</i> AAA, c.v. Grande Naine).	Instituto Tecnológico de Costa Rica.	2011	Concluida
44. Jackeline Anderson	Tesis Licenciatura	Control Biológico	Efecto de la fertilización con silicio sobre la incidencia del mal de Panamá (<i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. cubense) en	UCR	2011	Concluida

			banano Gros Michel (Musa AAA, cv. Cocos) cultivado en asocio con café (<i>Coffea arábica</i>).			
45. Lenin Poveda V.	Tesis Licenciatura	Fitoprotección	Evaluación de algunas prácticas de erradicación para el Mal de Panamá en el cultivo del banano de altura (Musa AAA) en el cantón de Turrialba.	UCR	2011	Concluida
46. Jacqueline Anderson Z.	Tesis de Licenciatura	Fitoprotección	Efecto a través del tiempo del uso de fertilizantes silicatados para la reducción del Mal de Panamá (<i>Fusarium oxysporum f. sp. cubense</i>) en el cultivar Gros Michel.	UCR	2012	Concluida
47. Lenin Poveda	Tesis de licenciatura	Fitoprotección	Evaluación de tratamientos biológicos y químicos para el combate del Mal de Panamá en banano Gros Michel (Musa AAA, cv. Cocos).	UCR	2013	Concluida
48. Daniela Vidaurre B.	Tesis de Licenciatura	Control Biológico	Caracterización del hábitat de nematodos entomopatógenos aislados de fincas bananeras de la región del Caribe costarricense.	UNA	2013-2016	Concluida
49. Karen Solera González	Tesis de Licenciatura	Control Biológico	Desarrollo de una metodología para la evaluación de la patogenicidad y la selección de hongos entomopatógenos y sus metabolitos para el manejo de <i>Pseudococcus elisae</i> (HEM: pseudococcidae).	UNA	2013 - 2015	Concluida

50. Rafael Segura Mena	Doctorado Ciencias del Suelo	Suelo-Planta	¿Puede el manejo del suelo soportar el control de enfermedades en cultivos? El caso de la marchitez por <i>Fusarium</i> en banano.	Universidad de Wageningen (Holanda)	2013-2021	Concluida
51. Luis Carlos Oses R.	Tesis de Licenciatura	Control Biológico	Prospección, identificación molecular y aislamiento de <i>Pasteuria penetrans</i> en fincas bananeras de la región Caribe de Costa Rica.	UNA	2013-2014	Concluida
52. Mariangel Bolaños B.	Pasantía	Control Biológico	Aislamiento e identificación de bacterias nativas degradadoras de poliolefinas, provenientes de fincas bananeras y parches de bosques de la Zona Atlántica.	UNA	2013-2013	Concluida
53. Raquel Víquez Elizondo	Pasantía	Control Biológico	Aislamiento <i>in vitro</i> de hongos filamentosos de suelos de la Región Caribe de Costa Rica, con capacidad de degradación de polietileno y polipropileno.	UNA	2013-2016	En proceso de redacción.
54. Pedro Montenegro S.	Pasantía	Control Biológico	Desarrollo e implementación de un protocolo para evaluar a nivel de laboratorio, el efecto de hongos endófitos y rizosféricos aislados de banano (<i>Musa</i> AAA), sobre el nematodo barrenador <i>Radopholus similis</i> .	UNA	2015-2016	En proceso de redacción.
55. Álvaro Alemán Gutiérrez	Tesis de Licenciatura	Control Biológico	Aislamiento, identificación y evaluación del efecto antagónico de <i>Bacillus</i> spp asociada a la rizósfera del banano (<i>Musa</i>	UNA	2015-2016	Concluida

			AAA), sobre el nematodo barrenador, <i>Radopholus similis</i> (Thorne), bajo condiciones de laboratorio.			
56. Hilary Ureña Saborío	Pasantía	Control Biológico	Efecto de la aplicación de filtrados metabólicos de bacterias del género <i>Bacillus</i> encapsulados en nanoparticulas de quitosano, sobre el nematodo <i>Radopholus similis</i> , bajo condiciones de laboratorio.	UNA	2016 (Enero-Julio)	Concluida
57. Claudiana Carr	Maestría	Fitoprotección	Aislamiento e bacterias epífitas antagonistas a <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , agente causal de la Sigatoka negra del filoplano de musáceas con diferente nivel de resistencia a la enfermedad y en diferentes condiciones de cultivo.	TEC, Cartago	2013	Concluida
58. .Mauren Gómez Ruiz	Licenciatura en Agronomía	Fitoprotección	Efecto de diferentes compuestos y microorganismos sobre la esporulación de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , agente causal de la Sigatoka negra en banano (<i>Musa</i> AAA).	TEC, San Carlos	2013	Concluida
59. Fabiola Alfaro Alvarado	Tesis de Bachillerato	Fitoprotección	“Aislamiento y cuantificación de bacterias epífitas del filoplano de banano (<i>Musa</i> AAA cv. Grande Naine) y selección de cepas quitinolíticas y glucanolíticas	TEC, Cartago	2013	Concluida

			como potenciales antagonistas de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> , agente causal de la Sigatoka negra.			
60. Luis Alexander Calvo	Doctorado en Ciencias Naturales	Fitoprotección - BANACLIMA	Aprendizaje máquina aplicado al pronóstico en cultivos agrícolas.	TEC, Cartago	2014 (en proceso)	En proceso de desarrollo
61. Johan E. Murillo S.	Licenciatura en Agronomía	Fitoprotección	Efecto de la sensibilidad de <i>Mycosphaerella fijiensis</i> sobre la eficacia biológica de fungicidas sistémicos utilizados contra la Sigatoka negra.	TEC, San Carlos	2015	Concluida
62. Joseph Monge Fuentes	Tesis de Licenciatura en Agronomía	Entomología	Detección convencional y molecular de la bacteria <i>Ralstonia solanacearum</i> raza 2 agente causal del moko o marchitez bacteriana en insectos y murciélagos asociados al cultivo del banano (<i>Musa AAA</i>) en la zona de Guápiles, Limón.	Universidad Nacional	2015	Concluida
63. Diana Kapfer Vásquez	Licenciatura en Agronomía	Fitoprotección	Efecto de la aplicación poscosecha de ceras de palma aceitera y carnauba sobre el control de enfermedades y la vida amarilla del banano (<i>Musa AAA</i> ; subgrupo Cavendish).	UCR, San José	2015	Concluida
64. Roberto Rivas Gould	Licenciatura en Ingeniería Agronómica	Fitoprotección	Actividad <i>in vitro</i> y en campo de biofungicidas sobre <i>Fusarium</i> sp. y <i>Colletotrichum musae</i> , agentes causales de enfermedades poscosecha en	UCR, San José	2015-2016	Concluida

			banano (<i>Musa</i> AAA; subgrupo Cavendish).			
65. Luis Carlos Vargas	Tesis de Licenciatura en Agronomía	Fitoprotección	Revisión y estandarización de la metodología para inoculación y evaluación de patogenicidad de aislamientos de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> (Foc R1) causante del Mal de Panamá en banano Gros Michel.	Universidad EARTH	2016 proceso	Concluida
66. Daniela Torres Briones	Licenciatura en Agronomía	Fitoprotección	Evaluación de aislamientos de <i>Trichoderma</i> spp. y <i>Bacillus</i> spp. para el combate biológico de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> (Foc R1), causante del Mal de Panamá en banano Gros Michel (<i>Musa</i> AAA)	TEC, San Carlos	2016	Concluida
67. Wendy Pereira Camacho	Tesis de Licenciatura	Nematología	Evaluación de un posible suelo supresor a <i>R. similis</i> ”	UCR, Turrialba.	2016	Concluida
68. Yuliana Fonseca Navarro	Proyecto de Graduación	Nematología	Análisis de Capacidad instalada en el Laboratorio de Nematología.	ITCR, Cartago.	2016	Concluida
69. Emilio Sequeira Castro	Tesis de Licenciatura	Fisiología – clima-producción	“La espectrometría de reflectancia in situ como herramienta en la determinación de nitrógeno foliar en plantas de banano”.	UCR, San José	2015-2016	Concluida
70. Hugo Yoel Montero G.	Tesis de Licenciatura	Fisiología – clima-producción.	"Evaluación del modelo SIMBA utilizado en la simulación de producción de banano (<i>Musa</i>	UCR- Turrialba	2015-2016	Concluida

			AAA), a través del comportamiento fenológico del cultivo en Costa Rica”.			
71. Femke Lutz -	Pasantía	Suelo - planta	Dinámica de la materia orgánica en el suelo bananero bajo la remoción de los remanentes de la cosecha (Yellow Palet).	CORBANA- Universidad de Wageningen	2012-2013	Concluida
72. Marike Van Leeuwen	Pasantía	Suelo - planta	Dinámica de la materia orgánica en el suelo bananero bajo la remoción de los remanentes de la cosecha (Yellow Palet).	CORBANA- Universidad de Wageningen	2012-2013	Concluida
73. Susan Klinket	Pasantía	Suelos - planta	Estudio de retrospección de la variabilidad de factores abióticos en suelos bananeros.	CORBANA - Universidad de Wageningen	2014	Concluida
74. Marie Wesselink,	Tesis de maestría	Suelo - planta	Trazabilidad de la fruta del banano de acuerdo con condiciones del Suelo y las zonas de producción.	CORBANA- Universidad de Wageningen	2014	Concluida
75. Flore Bijker	Pasantía	Suelo -planta	Uso de análisis de multiescala para el análisis ecológico de la actividad bananera ante la amenaza del Mal de Panamá.	CORBANA- Universidad de Wageningen	2014	Concluida
76. Raphael Hurliman	Pasantía	Suelo – planta	Manejo de la fertilidad del Suelo para suprimir el Mal de Panamá	CORBANA- Universidad de Wageningen	2014- 2015	Concluida
77. Ana Lorena Vallejo C.	Tesis para Licenciatura	Protección Ambiental	Metodología práctica para la cuantificación de la huella de agua en Plantas Empacadoras de banano en Costa Rica.	TEC. Cartago	2015	Concluida

78. Carlos Sanchez Romero	Pasantía de bachillerato en agronomía	Entomología	Factores que relacionan al picudo negro del banano <i>Cosmopolites sordidus</i> como un posible vector de la enfermedad del Mal de Panamá <i>Fusarium oxysporum f. sp. cubense</i> en el distrito de La Rita, Pococí, Costa Rica.	Universidad de Costa Rica	2015	Concluida
79. Eva Ardao Rivera	Pasantía	Protección Ambiental	The role of legislation in the trade-offs between agricultural production and nature conservation: the case study of banana plantations in Costa Rica.	Universidad de Wageningen	2015	Concluida
80. Marianne Bossman	Tesis de maestría	Suelos - planta	¿Afecta el ambiente la incidencia del Mal de Panamá?	CORBANA-Universidad de Wageningen	2016	Concluida
81. Denys Van der Berg	Pasantía	Suelo - planta	Influencia del origen de la ceniza volcánica en la fertilidad de los suelos bananeros, con énfasis en elementos menores.	CORBANA-Universidad de Wageningen	2016	Concluida
82. Brayan Jesús Sánchez U	Tesis de Licenciatura	Suelo – planta	Evaluación de las condiciones física, química y microbiológica del suelo con el sistema de coberturas nativas y con el manejo convencional en plantaciones de banano (<i>Musa</i>	UCR-Turrialba	2015-2016	Concluida

			AAA) en el Caribe de Costa Rica..			
83. Svenjia Helle	Pasantía corta	Secciones de la Dirección de Investigaciones	Conocer de cerca los trabajos que se realizan en las Secciones del Centro de Investigaciones.	Universidad de Colonia, Alemania	30/05/2016 10/06/2016	Concluida
84. Pablo Chong	Pasantía doctoral	Fitoprotección	Desarrollo de un artículo para publicación sobre Sigatoka negra a nivel internacional.	CIBE / U.Wageningen	30/05/2016 10/06/2016	Concluida
85. Lianne de Bie	Maestría en Ciencias del Suelo y Paisaje	Suelo-planta	Determinación de pérdida de nutrientes por escorrentía y lixiviación en una plantación de banano de Costa Rica. Fase 1	CORBANA-Universidad de Wageningen	2016-2017	Concluida
86. Jolien Lelivelt	Maestría en Ciencias del Suelo y Paisaje	Suelo-planta	Determinación de pérdida de nutrientes por escorrentía y lixiviación en una plantación de banano de Costa Rica. Fase 2	CORBANA-Universidad de Wageningen	2016-2017	Concluida
87. Natalia Villalobos Sequeira	Práctica profesional supervisada	Biología Molecular	Principales técnicas moleculares utilizadas en la investigación del cultivo del banano en el Centro de Investigaciones La Rita CORBANA.	Universidad Nacional	2016	Concluida
88. Joris Alkemade	Tesis de Maestría	Fitoprotección Biología Molecular	Mapping the Fusarium oxysporum f. sp. cubense population in Costa Rica	Wageningen University	2016	Concluida
89. Anthony E. Valverde R.	Tesis de Licenciatura	Laboratorio Químico Relación Suelo - planta	Ajuste de la capacidad efectiva del laboratorio químico del centro de investigaciones de CORBANA S.A	Instituto Tecnológico de Costa Rica	2017	Concluida

90. César Guillén Sánchez	Tesis de Doctorado	Entomología	El rol de picudo negro del banana <i>Cosmopolites sordidus</i> en la epidemiología del mal de Panamá <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense race 1.	Universidad de Ciencias y Técnicas de Montpellier y CIRAD	2017	Finaliza en diciembre de 2021
91. Natalia Villalobos	Tesis de Licenciatura (Biotecnología)	Fitoprotección- Control Biológico	Caracterización de microorganismos aislados del suelo del Caribe de Costa Rica para la biodegradación de residuos agrícolas del cultivo de banano (<i>Musa spp.</i>).	Universidad Nacional de Costa Rica	2017	Presentación final programada.
92. Veda Obando Bustos	Maestría	Laboratorio Químico Relación Suelo Planta	Maestría Académica en Química	Universidad de Costa Rica	2017-2018	En curso.
93. Daniela Torres Briones	Tesis de licenciatura	Fitoprotección	Evaluación de aislamientos de <i>Trichoderma spp</i> y <i>Bacillus spp.</i> para el combate biológico de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. cubense, agente causal de la marchitez por Fusarium en banano Gros Michel (<i>Musa AAA</i>).	Instituto Tecnológico de Costar Rica	2017	Concluida
94. Adrián Lobo Aguilar	Práctica profesional (Bachillerato)	Fitoprotección - Biología Molecular	Desarrollo de una metodología para cuantificación de ADN.	Instituto Tecnológico de Costar Rica	2018	Concluida
95. Pedro Porras Badilla	Tesis de licenciatura	Fitoprotección	Estrategia de comunicación acerca de la prevención y contención del marchitamiento	Instituto Tecnológico de Costa Rica	2018	En curso.

	(Administración Agropecuaria)		por <i>Fusarium</i> — <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical— en banano (<i>Musa</i> spp) en el territorio costarricense.			
96. Alejandra Rodríguez	Tesis de licenciatura (Administración Agropecuaria)	Fitoprotección	Estrategia de comunicación acerca de la prevención y contención del marchitamiento por <i>Fusarium</i> — <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical— en banano (<i>Musa</i> spp) en el territorio costarricense.	Instituto Tecnológico de Costa Rica	2018	En curso.
97. Allan Boschini C.	Pasantía de Bachillerato en Ingeniería en Biotecnología	Laboratorio de Biotecnología	Mutagénesis química para la obtención de plantas <i>Musa</i> cv. 'Gros Michel' (AAA) resistentes a la raza 1 de <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i>cubense</i> .	Instituto Tecnológico de Costa Rica	2018	Concluida
98. Wendy Pereira C.	Tesis de licenciatura	Nematología	Caracterización físico, química y microbiológica de un suelo supresor a <i>Radopholus similis</i> (cobb) thorne en una plantación comercial de banano cavendish (<i>Musa</i> AAA), del Caribe de Costa Rica.	Universidad de Costa Rica	2018	Concluida
99. Edgar David Valverde.	Pasantía para bachillerato.	Suelo - planta	Efecto de las coberturas nativas sobre las condiciones integrales de la calidad de un suelo bananero.	Universidad de Costa Rica	2018	Concluida

100. Minor Solano Gutiérrez	Tesis de licenciatura en Agronomía	Entomología	Parasitoides asociados a la escama <i>Diaspis boisdivalii</i> y porcentaje de parasitismo, en plantaciones de banano (<i>Musa</i> AAA) de la vertiente del Caribe de Costa Rica.	Universidad de Costa Rica	2019	Concluida
101. Marylin Sánchez V.	Tesis de Maestría (Gestión de Recursos Naturales y Tecnologías de producción)	Fitoprotección	Actividad fungicida de extractos metanólicos de hojas de <i>Musa</i> sobre hongos causantes de enfermedades poscosecha en banano.	Instituto Tecnológico de Costa Rica	2019	Concluida
102. Fabiola Alfaro Alvarado	Tesis de Maestría Biología con énfasis en Genética y Biología Molecular	Fitoprotección	Actividad fungicida de extractos metanólicos de hojas de <i>Musa</i> sobre hongos causantes de enfermedades poscosecha en banano.	UCR-San José	2019	Concluida
103. Robins Stevens Flores	Tesis de licenciatura (Agronomía)	Fitoprotección	Control biológico de la marchitez por <i>Fusarium</i> (<i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> Raza 1), utilizando té de compost, <i>Trichoderma</i> sp. y <i>Bacillus subtilis</i> , en plantas de banano del cultivar 'Gros Michel' (<i>Musa</i> AAA) bajo condiciones de invernadero en Guápiles, Limón, Costa Rica.	Universidad de Costa Rica	2019	Concluida

104. Alexander García Sanabria	Tesis de Maestría en Computación	Fitoprotección	Desarrollo de un método de detección de Sigatoka negra utilizando atributos intrínsecos del huésped y el anfitrión por medio de técnicas de visión por computadora.	TEC-Cartago	2019	Concluida
105. Mitzy Hoffman	Tesis de Bachillerato Biotecnología	Fitoprotección	Evaluación de la actividad fungicida in vitro de extractos hidroetanólicos de arvenses presentes en el Caribe de Costa Rica contra <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i> cubense</i> raza 1 y <i>Pseudocercospora fijiensis</i> .	TEC-Cartago	2020	Concluida
106. Edgar David Valverde.	Práctica dirigida para optar al título profesional de ingeniero agrónomo (Lic)	Suelo – planta	Efecto de distintos sistemas de manejo de coberturas sobre la salud del suelo, en una finca bananera de Siquirres, Limón, Costa Rica	Universidad de Costa Rica	2020	Concluida
107. Carlos A. Gómez Coto	Tesis de Bachillerato en Agronomía	Dirección de Investigaciones	Establecimiento de un método para el rescate y cultivo de embriones de <i>Musa AA</i> , como vía para facilitar el mejoramiento genético convencional.	Universidad de Costa Rica	2020	Concluida
108. Jessika P. Torres Segura	Tesis de Bachillerato en Agronomía	Dirección de Investigaciones	“El mejoramiento genético del banano (<i>Musa AAA</i> y otras musáceas”. Una revisión crítica.	Universidad de Costa Rica	2020	Concluida
109. Mitzy Hoffman	Tesis de Licenciatura en Biotecnología	Fitoprotección	Extractos botánicos para combate de Foc y Sigatoka negra.	TEC-Cartago	2020	En desarrollo

110. Antoine Nieuwenhuysse	Tesis de Licenciatura en Agronomía	Fitoprotección	Combate biológico enfermedades poscosecha – con aislamientos de CORBANA.	TEC – San Carlos	2021	En desarrollo
111. Adrián Lobo	Tesis de Licenciatura en Biotecnología	Fitoprotección	Persistencia de Foc en los diferentes órganos de la planta de banano.	TEC-Cartago	2021	En desarrollo
112. Gerald Sánchez	Tesis de Licenciatura en Agronomía	Fitoprotección	Sensibilidad de <i>P. fijiensis</i> a fungicidas en plantaciones de plátano de la zona Norte.	TEC – San Carlos	2021	En desarrollo
113. Laura Segura	Tesis de Licenciatura en Biología	Fitoprotección	Estandarización de protocolos para diagnóstico molecular de virus en banano.	UCR-San José	2021	En desarrollo
114. Veda Obando Bustos	Tesis de maestría	Laboratorio Químico	Determinación de posibles elementos traza en plantaciones bananeras de Costa Rica.	Universidad de Costa Rica.	2021	Concluida

15. INVESTIGACIÓN ESTRATÉGICA: RELACIONES INTERINSTITUCIONALES, NACIONALES E INTERNACIONALES

El 75% de la investigación realizada por CORBANA es investigación aplicada. La investigación básica, la cual es la más onerosa y con resultados a más largo plazo, se realiza mediante alianzas estratégicas con socios estratégicos a nivel internacional y nacional. Este tipo de colaboración también está legitimado mediante acuerdos firmados de interacción recíproca. En la figura 7 se indica la entidad y los aspectos de trabajo conjunto. Las acciones consideradas de interés estratégico para CORBANA se resumen en el cuadro 11.

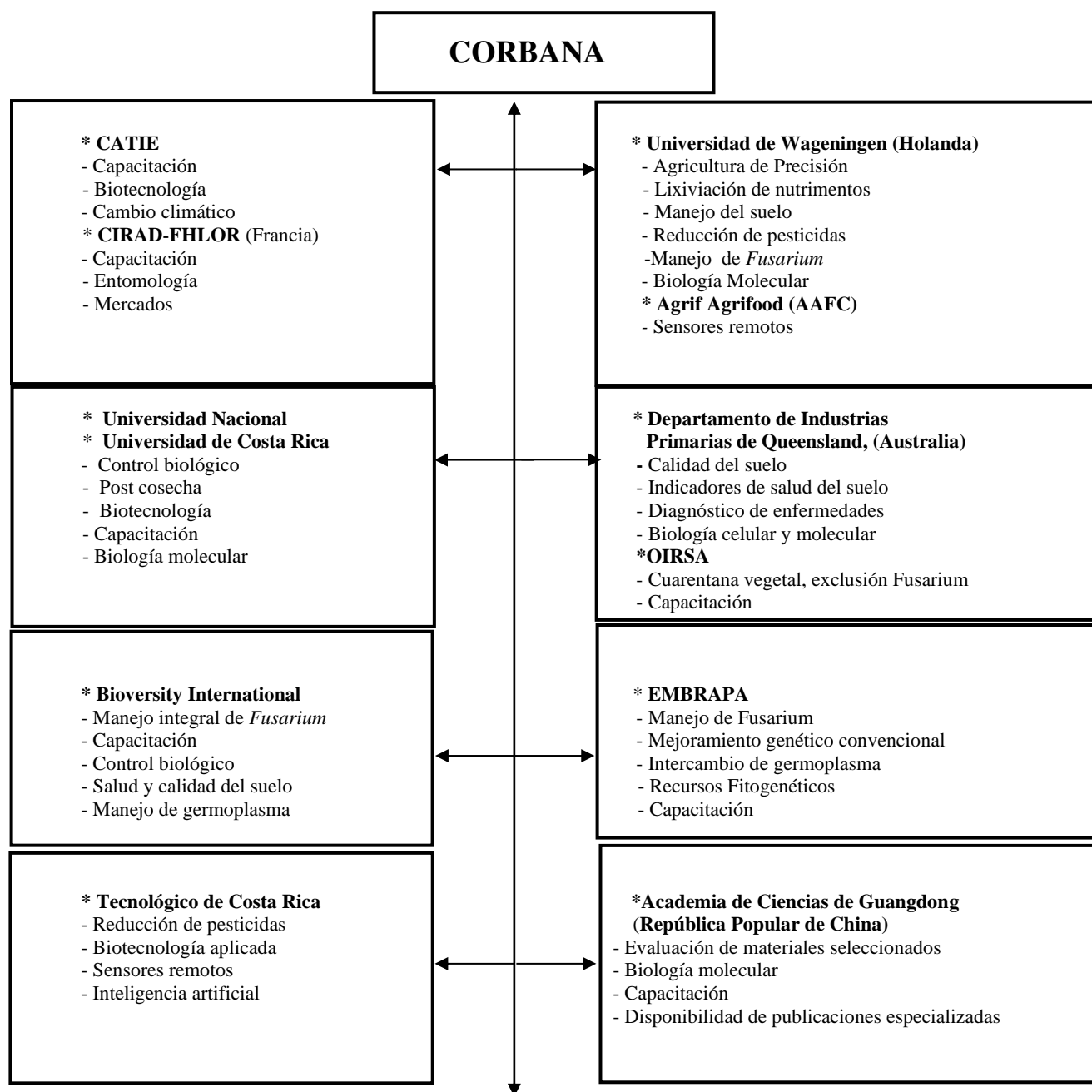


Figura 7. Trabajo conjunto de CORBANA con socios nacionales e internacionales.

Cuadro 11. Investigación y acciones con aliados científicos estratégicos. Dirección de Investigaciones.

Investigación o actividad	Objetivo	Impacto
Plan de acción para la reducción de pesticidas en el cultivo del banano. (Consortio PRI, EMBRAPA, CIRAD, UNIVERSIDAD DE WAGENINGEN, CORBANA).	Reducir en un 50% el uso de agroquímicos en el cultivo del banano, manteniendo la productividad.	Mejorar el equilibrio natural para el control de plagas y enfermedades. Propiciar mejoras ambientales en el ecosistema bananero. Se logró rebajar en un 30% el uso de pesticidas.
Establecimiento de un convenio marco de colaboración con el Plant Research International, (PRI) y la Universidad de Wageningen, Holanda.	Realizar contactos estratégicos para mejorar la investigación en banano en CORBANA, aprovechando las facilidades de la Universidad de Wageningen (WUR) y del “Plant Research International”.	Ampliación de la frontera del conocimiento para incursionar en técnicas que permitan la puesta a punto y en marcha de métodos para la determinación precoz de nematodos y de patógenos como la Sigatoka negra. Asimismo, incursionar en metodologías potenciales para el control biológico de ambos patógenos. Ampliar conocimientos en Biología Molecular. Se logró consolidar un mecanismo de intercambio de profesionales y de capacitación formal.
Enfermedad del Mal de Panamá en Banano: Soluciones múltiples a un problema global. (Universidad de Wageningen y un Consortio Internacional de Instituciones de Investigación.	Formar parte de un proyecto mundial para investigar métodos de control integral del <i>Fusarium</i> .	Disponer de la información primaria que permita con visión de futuro, controlar una enfermedad nefasta para la producción de cultivares Cavendish.
Manejo de la salud del suelo para incrementar la defensa de las plantas ante patógenos (BIOVERSITY – EMBRAPA).	Investigar métodos biológicos y otras tecnologías más limpias de producción para el control de plagas del suelo.	Que los productores cuenten con herramientas que propicien un sustrato adecuado para el crecimiento de las plantas y una buena producción.
Mejoramiento genético (EMBRAPA-CORBANA).	Realizar trabajo de mejoramiento genético convencional con base en las ventajas comparativas y competitivas de ambas instituciones.	Obtener plantas Cavendish resistentes a la Sigatoka negra y a Fusarium, R4T.
Determinación del rol del picudo negro en la transmisión del marchitamiento del banano por Fusarium. CIRAD-CORBANA.	Definir el papel del picudo negro como vector de la marchitez por Fusarium.	Conocimiento al servicio del productor para la suma de estrategias, con objetivos de un mejor manejo de la enfermedad. Se logró la consolidación de estudios doctorales (PhD) al más alto nivel del profesional involucrado.

Fuente: Dirección de Investigaciones de CORBANA

16. RELACIONES NACIONALES INTERINSTITUCIONALES

Se continuó con la colaboración científica a nivel nacional con diferentes instituciones. Esta colaboración se basa en la vigencia de convenios - debidamente legalizados y establecidos entre las instituciones. En la figura 8 se especifican las entidades y los puntos de interés colaborativos. Un ejemplo irrefutable de esta relación ganancia-ganancia, lo evidencian la realización de más de 114 trabajos de investigación, llevados a cabo por estudiantes provenientes de instituciones superiores de enseñanza desde 1998 al 2021 (cuadro 11).

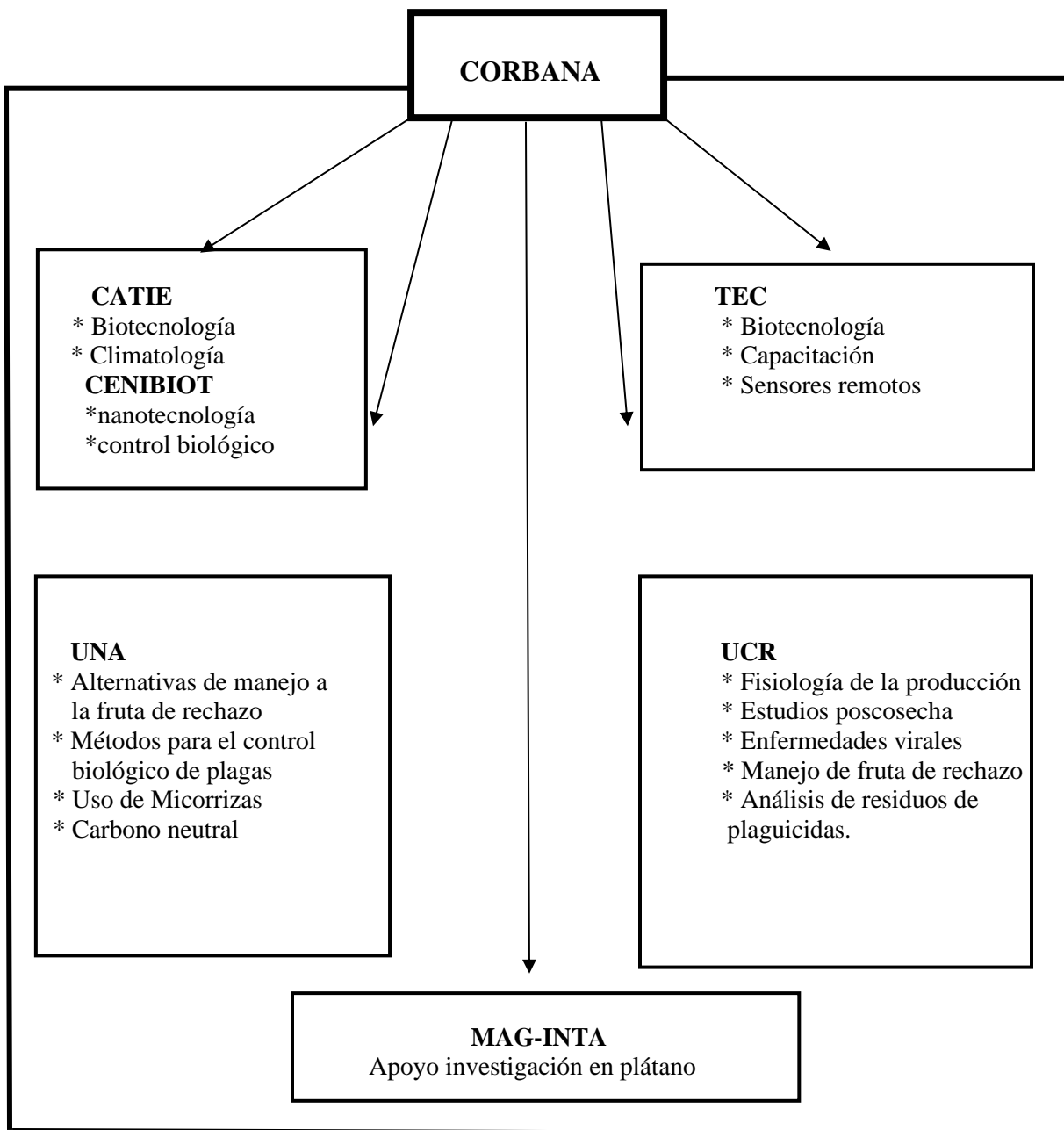


Figura 8. Puntos de interés colaborativo con entidades nacionales.

17. ACTUALIZACIÓN DE LA REVISTA CORBANA REVISTA CIENTÍFICA DE LA CORPORACIÓN BANANERA NACIONAL

La actualización de la Revista CORBANA; herramienta de divulgación técnica y científica para los productores y mecanismo positivo de imagen corporativa, ha sido una preocupación constante de la Dirección. Después de ciertos altibajos en su periodicidad, recientemente se publicó el N°65; volumen 45 correspondiente al año 2019 (tabla de contenido adjunta). El número 66; volumen 46, 2020 fue asimismo publicado en noviembre del presente (tabla de contenido adjunta).

Volumen 45

Octubre 2019

Número 65

CONTENIDO

ARTÍCULOS

Biotecnología

Cultivo *in vitro* de ápices: ¿Una técnica segura para obtener plantas de banano libres de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*?

Marylin Sánchez, Claudiana Carr, Fabiola Alfaro, Silvia Masís, Ana María Conejo, Mauricio Guzmán, Jorge A. Sandoval.

Manejo Poscosecha

Estimación de la pérdida de peso en frutos de banano (*Musa* AAA) empacado con destino al mercado europeo.

Ricardo Villalta, Leonardo Pérez, Mauricio Guzmán.

Fitoprotección

Metodología para la detección temprana de la Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*) mediante RT-PCR en banano.

Ana María Conejo, Ricardo Villalta, Fabiola Alfaro, Mauricio Guzmán.

Relación Suelo-Planta

Biofertilización como suplemento en la nutrición del cultivo de banano (*Musa* AAA).

Roddy Ortega, Juan Zuñiga Samuels, Rafael Segura, Pedro Torres, Fabio Blanco, Jorge A. Sandoval.

La Marchitez por *Fusarium* (Foc Raza 1) y su relación con propiedades del suelo en fincas de pequeños productores de banano cv. “Gros Michel” (*Musa* AAA) en Costa Rica.

Rafael A. Segura, Jetse J. Stoorvogel, Marianne Bosman, Jorge A. Sandoval.

Manejo de la sanidad radical del cultivo del banano mediante rizoestimulantes microbianos, enmiendas orgánicas y minerales.

Pedro Torres, Rafael Segura, Jorge A. Sandoval, Roddy Ortega, Juan Samuels.

Fisiología-Clima-Producción

Efecto de la desflora y del desmane en la producción de banano Dátil (*Musa AA*).

Alfonso Vargas.

Modelo Simba- CR: una opción para predecir la curva de la floración del banano en Costa Rica.

Hugo Montero González, Philippe Tixier, Werner Rodríguez Montero, Miguel González Zúñiga, José A. Guzmán Álvarez, Jorge A. Sandoval.

Entomología

Identificación y aspectos biológicos de estadios inmaduros de *Ceraeochrysa* spp. (Neuroptera: Chrysopidae) depredador de la escama *Diaspis boisduvalii* (Hemiptera: Diaspididae) en banano.

Minor Solano, César Guillén, Ana María Conejo.

ANÁLISIS Y COMENTARIO

Efecto de las inundaciones en las plantaciones bananeras del Caribe de Costa Rica.

Revista Científica de la Corporación Bananera Nacional

Volumen 46

Junio 2020

Número 66

CONTENIDO

Fitoprotección

Efecto de la temperatura durante la fase de maduración del banano (*Musa* AAA, subgrupo Cavendish) sobre la incidencia de fisuras en la cáscara y la caída de frutos.

Ricardo Villalta, Mauricio Guzmán.

Combate de hongos causantes de enfermedades poscosecha en banano (*Musa* AAA) por medio de extractos metanólicos de hojas de *Musa* spp; con diferente grado de resistencia a sigatoka negra.

Marylin Sánchez, Mauricio Guzmán.

Relación Suelo

Efecto de la cobertura vegetal del suelo en el carbono orgánico de un inceptisol cultivado con banano en Costa Rica.

Jhonny Montenegro, Rafael Segura

Evaluación del efecto causado por cromo (III) y cromo (VI) en el crecimiento y absorción de nutrimentos en plantas de banano (*Musa* AAA).

Veda Obando, Rosaura Romero.

Fisiología-Clima-Producción

Densidad de población y renovación de plantación en plátanos (*Musa* AAB) de dos fenotipos del falso cuerno.

Alfonso Vargas.

Mejoramiento genético convencional y biotecnológico en el cultivo del banano (*Musa* AAA Subgrupo Cavendish) y plátano (*Musa* AAB): una revisión crítica.

Jéssika Torres Segura, Jorge A. Sandoval.

NOTAS TÉCNICAS.

Curva de extracción de nutrimentos en banano dátil (*Musa* AA).

Emilio Espinoza, Roddy Ortega, Rafael Segura, Jorge A. Sandoval

Establecimiento de un método para el rescate y cultivo de embriones de *Musa*, como vía para facilitar el mejoramiento genético convencional.

Carlos Gómez C., Jorge A. Sandoval.

ANÁLISIS Y COMENTARIO

Reducción de pesticidas en el cultivo del banano: Investigación; acciones; resultados; conclusiones. Claudiana Carr, Mauricio Guzmán, Miguel González, Rafael Segura, César Guillén, Jorge A. Sandoval.

Es importante reforzar el hábito de divulgar los resultados de la investigación. Publicar a nivel nacional pero también necesariamente en revistas especializadas a nivel internacional. Esto es una necesidad. Cuando se hacen ejercicios de búsqueda de fondos externos para realizar investigación, los donantes le conceden un alto puntaje a la trayectoria de publicaciones internacionales que el investigador involucrado en el proyecto presente. En el pasado reciente nos hemos visto limitados de esta oportunidad debido a este requisito. En el cuadro 12 se presentan los esfuerzos que la Dirección ha motivado y propiciado en el más reciente quinquenio en el sentido anteriormente explicado.

Cuadro 12. Publicaciones en revistas y/o libros realizados por profesionales de la Dirección de Investigaciones. Período 2015 al 2021.

Año	Revista, Libro o Evento	Cita completa
2015	Sci. Hortic. 197, 66-71.	Segura, R.A., Serrano, E., Pocasangre, L., Acuña, O., Bertsch, F., Stoorvogel, J.J., Sandoval, J.A. 2015. Chemical and microbiological interactions between soils and roots in commercial banana plantations <i>Musa</i> AAA, cv. Cavendish.
2016	PLOS Genetics	Arango Isaza, R; Diaz-Trujillo, C; Dhillon; B. Aerts, A; Carlier, J; Crane, CF; de Jong, TV; de Vries, I; Dietrich, R; Farmer, AD; Fortes F.C; Garcia, Z; Guzman, M. et al. 2016. Combating a Global Threat to a Clonal Crop: Banana Black Sigatoka Pathogen <i>Pseudocercospora fijiensis</i> (Synonym <i>Mycosphaerella fijiensis</i>) Genomes Reveal Clues for Disease Control. PLOS Genetics DOI:10.1371/journal.pgen.1005876 August 11, 2016.
2016	PhD. Thesis Pablo Chong	Chong, P; Carr, C; Murillo, G; Guzmán, M; Sandoval; J.A.; Gerrit H.J. Kema. 2016. An historical treatise and critical review of black Sigatoka control in banana production. In Chong, P. PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, NL. 290 p.
2017	Phytopathology	Calvo-Valverde, LA; Guzmán, M; Guzmán, JA; Alvarado-Moya, P. 2017. Machine learning techniques applied to forecast Black Sigatoka disease development rate using meteorological data. Abstract. APS Phytopathology 107: S4.16.
2017	Phytopathology	Carr, C; Alfaro, F; Guzmán, M. 2017. Efficacy of disinfectants on conidia and chlamydospores of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense race 1 causal agente of <i>Fusarium</i> wilt in bananas. Abstract. APS Phytopathology 107. S4.22.
2017	Phytopathology	Carr, C; Alfaro, F; Villalta, R; Guzmán, M. 2017. Advances in the biological control of Black Sigatoka in bananas. Abstract. APS Phytopathology 107. S4.23.
2017	Phytopathology	Conejo, AM; Carr, C; Guzmán, M. 2017. Diagnóstico molecular de <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. cubense una herramienta para investigación y prevención de la marchitez por <i>Fusarium</i> en banano. Abstract. APS Phytopathology 107: S4.21.
2017	Phytopathology	Guzmán, M; Pérez-Vicente, L. 2017. The challenge of Black Sigatoka management for the banana industry: an approach from biology and epidemiology. Abstract. APS Phytopathology 107: S4.22.

2017	Phytopathology	Rivas, R; Villalta, R; Guzmán, M; Sáenz, MV. 2017. Efficacy of biological fungicides on the control of post-harvest diseases in banana. Abstract. APS Phytopathology 107: S4.23.
2017	Phytopathology	Sandoval, J.A.; Conejo, A; González, M; Guzmán, M; Muñoz, M; Carr, C. 2017. Shoot tip culture or micropropagation: a safe technique for obtaining banana plants free of <i>Fusarium oxysporum</i> ? Abstract. APS Phytopathology 107: S4.22.
2017	Molecular Plant Pathology	Díaz-Trujillo, C; Chong, P; Stergiopoulos, I; Cordovez, I; Guzmán, M; de Wit, PJGM; Meijer, HJG; Scallit, G; Sierotzki, H; Peralta, EL; Arango Isaza, R; Kema, GHJ. 2016. A new mechanism for reduced sensitivity to demethylationinhibitor fungicides in the fungal banana black Sigatoka pathogen <i>Pseudocercospora fijiensis</i> . Molecular Plant Pathology. DOI : 10.1111/mpp.12637.
2017	Journal Renew. Mater 1-10.	Ureña, H.; Madrigal, S.; Sandoval J.; Vega, J.; Rodríguez, A. 2017. Encapsulation of bacterial metabolic infiltrates isolated from different bacillus strains in chitosan nanoparticles as Potential Green Chemistry-Based Biocontrol Agents Against <i>Radopholus Similis</i> . Journal Review. 1-10.
2018	Handbook of Diseases of Banana, Abacá and Enset. (ed. Dvid Jones)	Guzmán, M; Pérez-Vicente, L; Carlier, J; Abadie, C; de Lapeire de Belaire, L; Carreel, F; Marín, DH; Romero, R; Gauhl, F; Pasberg-Gauhl and Jones, D. 2018. Fungal Diseases of the foliage: Black leaf streak. Handbook of Diseases of Banana, Abacá and Enset
2018	Memorias Congreso ACORBAT	Sánchez, M; Alfaro, F; Carr, C; Guzmán, M. 2018. Interacción entre <i>Radopholus similis</i> y <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i> cubense</i> en la expresión del marchitamiento por Fusarium en banano Gros Michel (<i>Musa</i> AAA). Pág. 44. In Memorias del XXII Congreso Internacional ACORBAT. FL, USA.
2018	Phytopathology	Dita, M; Pérez-Vicente, L; Guzmán, M; Urias, C; Staver, C. 2017. Fusarium tropical race 4 and it threat to food security and the banana industry in Latin America and the Caribbean. Abstract. APS Phytopathology 107: S4.8.
2018	Acta Horticulturae, 1196, 163-168	Segura, R.A., Stoorvogel, J.J., Samuels, J.Z., Sandoval, J.A.; 2018. Managing the interactions between soil abiotic factors to alleviate the effect of Fusarium wilt in bananas.
2018	Burleigh Dodds Science Publishing, Cambridge, UK. pp 223-234.	Stoorvogel, J.J., Segura, R.A., 2018. Nutrition and soil management in banana cultivation. In: GHJ Kema and A Drenth (Eds). , Achieving sustainable cultivation of bananas. Vol. 1.
2018	Journal of Agricultural Science and Technology. B8: 29-41.	Ortiz, J.; Sandoval, J. 2018.; Aguilar, M.; Regeneration of plants from embryogenic cell suspensions of cv. `Dátil` (<i>Musa</i> AA): Morphological evaluation of plants in the field.

2018	Revista Brasileira de Fruticultura V. 40, N° 4: 1-22.	Galán, V.; Rangel, A.; López, J.; Pérez, J.; Sandoval, J.A. Souza, H. 2018. Banana propagation traditional techniques. New technologies and innovations.
2018	In: FAO/IAEA International Symposium on Plant Mutation Breeding and Biotechnology. 27-31 August. Vienna.	Sandoval, J. 2018. <i>In vitro</i> treatment of `Gros Michel` banana apices with Etil - Metan-Sulfonate (EMS): a possibility for obtaining banana resistance to <i>Fusarium oxysporum</i> F. sp. <i> cubense</i> race 1.
2019	Agronomía Costarricense, 43(1): 35-45.	Obando, V., Segura, R.A, Sandoval, J.A. 2019 Comparación de dos soluciones extractoras de boro y determinación de su contenido en el suelo y en la planta de banano.
2020	IntechOpen	Manzo-Sánchez, G; Buenrostro-Nava, MT; Leopardi, CL; Orozco-Santos, M; Guzmán, M. 2020. Genetic Diversity of Fusarium Wilt Disease of banana. IntechOpen. DOI: http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.94158
2021	Journal of Fungi (ed. Guy Blome, G. Mahuku y M. Dita	Alfaro, F; Sánchez, M; Carr, C; Guzmán, M. 2021. <i>Radopholus similis</i> as a predisposing factor for Fusarium wilt of bananas. Journal of Fungi. Special Issue "Towards the Integrated Management of Fusarium Wilt of Banana". (En proceso para publicarse en 2021).
2021	Achieving Sustainable Cultivation of Bananas Volume 3: Diseases and pests (ed. Prof André Drenth y Prof Gert Kema).	Guzmán, M. 2021. Moko disease of bananas. (En proceso para publicarse en 2021).
2021	Plant and Soil. (In press).	Segura, R.A, Stoorvogel, J., Sandoval, J.A. 2021. The role of soil types on the relation between individual soil properties and Fusarium wilt expression in `Gros Michel` bananas.
2021	European Journal of Plant Pathology. (In Press).	Segura, R., Stoorvogel, J.J., Garcia-Bastidas, F., Salacinas-Niez, Maricar., Kema, G,H.J., Sandoval, J.A. 2021. Evaluating the potential of soil management to reduce the effect of <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i> cubense</i> in banana (<i>Musa</i> AAA).
2021	Pest Management Science (In press)	César Guillén S., Philippe Tixier, Ana Tapia Fernández, Ana María Conejo, Jorge A. Sandoval.; Luc de Lapeyre de Bellaire. Can the banana weevil <i>Cosmopolites sordidus</i> be a vector of <i>Fusarium oxysporum</i> f.sp. <i> cubense</i> race 1? Unravelling the internal and external acquisition of effective inoculum

18. IMPACTOS E HITOS DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA EN CORBANA EN 43 AÑOS

Desde que la Corporación Bananera Nacional (CORBANA) tomó la decisión de invertir en investigación científica, han pasado 43 años.

Es difícil dimensionar el impacto tácito del aporte de su Dirección de Investigaciones en cuarenta y tres años. En realidad, los aportes y la importancia son dignos de un trabajo de investigación a profundidad y exclusivo en el tema con abordaje de aristas económicas, científicas, sociales, ambientales, académicas, filosóficas y de humanidades. El trabajo realizado ha sido un ejercicio de esfuerzo y dedicación de muchas personas.

A continuación, se indican 43 aspectos de la importancia de realizar investigación científica ininterrumpida durante 43 años; estos sin orden de prioridad, pero todos igualmente importantes...

1. Existencia de un ente al servicio del productor bananero nacional, para apoyarlo a mejorar su producción y obtener mejores productividades.
2. Fuente de empleo, bienestar, calidad de vida y salud ocupacional, para cientos y miles de personas del cantón de Pococí, de la provincia de Limón y de otros lugares de Costa Rica.
3. Investigación -Desarrollo -Innovación y Transferencia de Tecnología que han colaborado con la obtención de mejores y más altas productividades. Cuando el Departamento de Investigaciones se formó (así llamado en el año 1978), la productividad nacional era menor de 2000 cajas/ha/año. Con el transcurso del tiempo, rápidamente las productividades aumentaron o se mantuvieron con algunos pequeños altibajos (debido a aspectos adversos externos) hasta hoy, cuando las cifras promedio de productividad alcanzan las 3000 cajas/ha/año. Son varios los factores involucrados en este éxito. Sin duda alguna, la transferencia de tecnología basada en ciencia y la aplicación del método científico tienen aquí su aporte significativo.

4. Fundación y consolidación de un Centro de Investigaciones de muy alto nivel profesional en cultivos tropicales; luego asignado exclusivamente al cultivo del banano, reconocido nacionalmente y allende nuestras fronteras por la calidad de sus trabajos técnicos y científicos. Dicho centro cuenta con una capacidad instalada y una masa crítica del más alto nivel.
5. Capacitación al más alto nivel nacional e internacional de profesionales de agronomía y afines que actualizaron conocimientos al servicio y desarrollo de la industria bananera y del país.
6. Contacto e interacción con otros centros, entidades y universidades, vinculadas con la investigación científica alrededor del mundo, favoreciendo el intercambio de información, de ideas, de capacitaciones, de búsqueda de fondos externos y de trabajo interinstitucional.

Estas Relaciones científicas se han dado con universidades del más alto prestigio mundial: Universidad de Wageningen (Holanda); Universidad Católica de Lovaina (Bélgica); Universidad de Queensland (Australia); Universidad de Ciencias y Técnicas de Montpellier (Francia); Universidad de Exeter (Inglaterra); Universidad de Guandong (China); Universidad de Florida (USA); Universidad de Gent (Bélgica); Universidad Wolfgang Goethe (Alemania).
7. Establecimiento de un método adecuado de diagnóstico de la Fusariosis del banano Raza 4 Tropical (Foc R4T) no presente dichosamente en nuestro país; y otras enfermedades exóticas (“Virus del bunchy top, no presente en América Latina y el Caribe”), pero para las cuales poseemos herramientas de identificación precoz en caso necesario.
8. Coordinación, puesta a punto y en marcha de todo un plan de acción y estrategia (bioseguridad-exclusión) ante la amenaza de la raza 4 tropical de Fusarium a partir

del 2006 y hasta la fecha. Dichas acciones han sido modelo a seguir en otros países de la región y un esfuerzo reconocido nacional e internacionalmente.

9. Adopción y puesta a punto y en marcha del sistema de siembra de banano en hexágonos, favoreciendo mejores producciones, productividades y un manejo integral del cultivo.
10. Optimización en el transcurso del tiempo, de metodologías y protocolos de diversos análisis de laboratorio al servicio del productor.
11. Creación en el año 2004 del proyecto y línea de trabajo denominada: Red de estaciones meteorológicas del sector bananero en tiempo real (BANACLIMA). Esta iniciativa ha sido un gran impacto y aceptación por parte de los productores, ante la incertidumbre creciente de la variabilidad climática (cambio climático) y su mitigación.
12. Adopción y adaptación del sistema de siembra en domos, favoreciendo mejores producciones y manejo del recurso suelo.
13. Creación y puesta en práctica de la idea de la Dirección de Investigaciones de contar por primera vez en CORBANA, de un laboratorio especializado en Biología Molecular. Dicho laboratorio inició trabajo en el año 2004. Posteriormente en el 2007 se dispuso de una infraestructura propia y, actualmente es un pivote esencial en el diagnóstico rápido, más preciso, más barato y con disminución en el tiempo de respuesta, de enfermedades y otros aspectos como apoyo a las otras áreas de trabajo.
14. Puesta a punto y en marcha en el año 2007, del laboratorio de Control Biológico. Esto marcó un antes y un después de las orientaciones de las investigaciones en CORBANA, creando una nueva filosofía de pensamiento al trabajar con tecnologías más limpias de producción. Es el único laboratorio específico en su género, para el trabajo con agentes de control biológico en el cultivo del banano en América Latina y el Caribe y, probablemente en el mundo.

15. Fuerte relación y apoyo a la Academia Costarricense, al colaborar con los trabajos de graduación de más de 112 estudiantes de la Universidad de Costa Rica (U.C.R.); Instituto Tecnológico de Costa Rica (TEC) y Universidad Nacional (U.N.A.), para los grados de Bachiller, Licenciatura, Maestría e incluso Doctorados. Esto sin duda además, se traduce en un impacto social de alto calibre.
16. Plataforma para los estudios pioneros a nivel de invernadero y campo que permitieron recomendar al productor, el uso y manejo de las plantas obtenidas en los laboratorios mediante micropropagación.
17. Experiencia acumulada para la puesta a punto y en marcha de un paquete técnico, revisado periódicamente y transferido a los productores.
18. Edición y publicación de una revista divulgativa (ASBANA) que evolucionó a revista técnico - científica (CORBANA), especializada en el cultivo del banano, de distribución y conocimiento mundial.
19. Amplia experiencia en investigación científica aplicada a nivel de campo. Liderazgo en investigación básica – estratégica a nivel de laboratorios y en colaboración con socios estratégicos.
20. Coordinación para el primer congreso mundial sobre la parte escondida de la planta de banano; su sistema radical. Evento realizado en asocio con la Red de Mejoramiento Genético para los Plátanos y los Bananos (INIBAP). Las repercusiones de dicho evento se utilizan hoy día.
21. Transferencia de recomendaciones técnicas al productor, basadas en la aplicación del método científico.
22. Realización del primer curso taller internacional en CORBANA para el ámbito de América Latina y el Caribe, sobre la micropropagación y sus aplicaciones en el cultivo del banano.

23. Pivote para llevar a cabo el primer proyecto latinoamericano sobre la calidad y la salud de los suelos bananeros. Los resultados y el “modus operandi” en dicho proyecto fueron la plataforma para proyectos actuales con objetivos de visionar y buscar soluciones a interrogantes de producción en el futuro cercano.
24. Establecimiento y mantenimiento de una de las colecciones de germoplasma de bananos y plátanos, más representativas en el ámbito de América Latina y el Caribe. Esta colección está debidamente registrada en la oficina de Recursos fitogenéticos de Costa Rica, en la FAO y en MUSANET. Es un acervo institucional sin precedentes.
25. Introducción, experimentación, cultivo y producción de especies frutales y otras tales como: guanábana, rambután, palmito de pejibaye, coco y pejibaye que actualmente son parte fundamental para la economía y sustento de muchas familias costarricenses. La proyección de dicha diversificación agrícola alcanzó también a la acuicultura y fue semillero y escuela de una industria nacional actual.
26. Coordinador y colaborador científico para la primera reunión mundial sobre el tema 2007: “Reducción de pesticidas en el cultivo del banano”, la cual convocó a 50 especialistas de todo el mundo, estableciendo agenda y pautas para la investigación en este importante tema. Dicha reunión se llevó a cabo en colaboración con la Universidad de Wageningen y el Plant Research International de Holanda.
27. Investigación y desarrollo cuyos resultados permitieron establecer y divulgar, un paquete tecnológico adecuado para la producción de plátano con altas productividades. Mucho de la actividad platanera actual en nuestro país, está basada en dicho paquete tecnológico.
28. Establecimiento de una metodología científica que permite la cuantificación de los nematodos en el laboratorio, herramienta necesaria para las recomendaciones al productor.

29. Experimentación y establecimiento de una metodología de deshija para plantas provenientes de cultivo *in vitro*. Hoy día los fundamentos de dicho sistema de deshija, se siguen utilizando en la industria bananera costarricense.
30. Establecimiento de contactos con entidades de enseñanza y capacitación del más alto nivel alrededor del mundo, propiciando una llave y puerta abierta a la preparación de punta de nuestro personal.
31. Realización de experimentación científica con base en manejos en armonía con el ambiente y buenas prácticas agrícolas en las fincas de los productores.
32. Capacitación al más alto nivel para más de 3887 personas de Costa Rica en los temas de prevención, bioseguridad, exclusión y contención, ante la amenaza de la R4T de *Fusarium*. Se han beneficiado de esta iniciativa productores, gerentes y capataces de finca, estudiantes de colegio y universidades, técnicos del Servicio Fitosanitario del Estado, técnicos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, personal profesional de la Dirección de Investigaciones, personal de oficinas de migración y otros entes.
33. Referente mundial de comunicación científica, de índole gerencial y logística mediante la realización de Congresos – Simposios internacionales. Capacidad de convocatoria y organizativa para llevar a cabo eventos científicos internacionales con la presencia de hasta 1000 personas de todas partes del mundo. Las relaciones establecidas con entes participantes han sido de gran ganancia e impacto para el decurso de los objetivos de investigación científica; cuyos resultados han sido puestos al servicio del productor.
34. Miembro por más de 25 años de la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y Plátano (INIBAP); actualmente “Bioversity International”
35. Miembro de la Red de Investigación para América Latina y el Caribe (MUSALAC).
36. Miembro de la Red Global de Recursos Fitogenéticos de *Musa* (MUSANET).

37. Miembro del “Comando Foc” del Organismo Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA).
38. Miembro del “World Banana Forum”. Lo anterior ha propiciado acciones ganar – ganar para la realización de trabajos específicos, búsqueda de fondos internacionales, y acciones de capacitación y de actualización del entorno y la realidad de los avances científicos en Musa alrededor del mundo.
39. Producción de más de 1000 publicaciones (artículos, folletos, boletines, hojas divulgativas) relacionadas con la resolución de problemas en el cultivo del banano.
40. Inicio de investigación en mejoramiento genético convencional, especialidad considerada de vital importancia para solucionar problemas emergentes en cultivares Cavendish y otras musáceas.
41. Disposición de una colección de más de 3000 microorganismos recolectados en el ecosistema bananero, luego de evaluar casi 1000 a la fecha. Se dispone de unos 20 microorganismos con altas posibilidades de obtener un bioproducto, tipo bioinsecticida, biofungicida o biofertilizante. Se está a las puertas de lograr el primer registro de propiedad industrial de un bioinsecticida denominado “sin picudo” el cual podría ser el primer bioproducto de tecnología limpia con etiqueta CORBANA, al servicio del productor en el futuro cercano.
42. Reducción de un 30% en el uso de agroquímicos luego de la sumatoria de 10 años continuos de trabajo; esto sin detrimento de la producción; con un alto impacto social, ambiental y científico.
43. Las fincas que siguen un programa de control de la Sigatoka negra realizan unas 53 aplicaciones al año, sin detrimento en la producción. En contraste con muchos más ciclos usados con base en otras fuentes de recomendación. Asimismo, es uno de los programas de control más baratos anualmente.

19.“QUO VADIS” INVESTIGACIONES

Hace 139 años, un 7 de febrero de 1880, se hizo realidad el primer embarque de banano costarricense; 380 racimos fueron enviados al puerto de New York, (U.S.A). En el 2017, Costa Rica alcanzó su récord de exportación (127 millones de cajas). Sin duda alguna los aportes de la investigación científica tienen su peso en este logro. El análisis del conjunto de temas de investigación básica y aplicada, en el contexto de las transformaciones que se están presentando en el mundo globalizado de hoy, así como la actualización del conocimiento, con respecto a las últimas tecnologías para el mejoramiento de la actividad bananera y, su influencia en la producción y en la calidad de vida, constituyen una inigualable y única oportunidad para contribuir a orientar el camino a seguir en investigación bananera en el corto y mediano plazo. Son temas importantes: el gran desafío de la amenaza de la raza 4 tropical de *Fusarium*, la sostenibilidad ambiental, el manejo adecuado del recurso hídrico, la seguridad alimentaria, la vulnerabilidad climática, la secuenciación del genoma, el manejo integral de plagas y enfermedades, la salud y la calidad del suelo, las aplicaciones de la biología molecular, el uso de biopesticidas, la fisiología de la producción y el mejoramiento genético y biotecnológico.

Durante los últimos 40 años Costa Rica, por medio de CORBANA, realiza los mejores esfuerzos que están a su alcance, para continuar insertos en el acelerado desarrollo de la ciencia y la tecnología. Nos enfrentamos a grandes retos, que requieren novedosas respuestas, para así continuar cimentando la competitividad de un visionario grupo de personas que son los productores bananeros, quienes con su financiamiento promueven la generación del conocimiento, su aplicación y su divulgación. Sin embargo, publicaciones muy recientes

indican que “la poca inversión en investigación y desarrollo, son la mayor debilidad que tienen los países de América Latina para aprovechar las oportunidades de la bioeconomía”; asimismo, que es esencial una mayor inversión en investigación agrícola, para alimentar a una población mundial actual que es de 7.000.000.000 de habitantes, la cual será de 10.000.000.000 en el año 2050. Es aquí donde el banano tiene su importante rol, al ocupar un cuarto lugar en la demanda de su producto a nivel mundial, después del arroz, el trigo y el maíz. En Costa Rica por ejemplo, la inversión en ciencia y tecnología es de 0.5% con respecto al producto interno bruto (PIB). La hipótesis es que se mantenga muy similar para los años venideros y ojalá que no presente una baja, debido a la falta de la necesidad y visión de la inversión en ciencia. Esta cifra es considerablemente inferior, en comparación con países desarrollados, donde el promedio es un 2,3% del PIB.

Cada vez los fondos disponibles para realizar investigación son más escasos. Es necesario usar la tecnología, no viendo esta como un artefacto, o como un método, sino como una práctica. Así nuestra agenda de investigación, implica desarrollo e innovación, entendiendo esto último, como una nueva y mejor manera de hacer las cosas y tratar de ponerlas en práctica, al servicio del productor bananero nacional. Es necesario un aprendizaje interactivo para el cambio, donde los sistemas de innovación requieren actores (investigadores – productores). Somos conscientes de que solo la investigación continua y seria puede mostrarnos el camino para alcanzar el éxito. No se trata solo de hacer investigación e invertir dinero en ello; se trata de hacer investigación con visión de futuro y enfoque financiero. El “modus operandi” a seguir es claro, no duplicar esfuerzos en ningún campo y de reconocer con humildad, que no podemos llegar lejos si vamos solos. Hay que propiciar grupos interinstitucionales y una masa crítica sólida. Los esfuerzos individuales no tienen futuro;

los esfuerzos conjuntos deben marcar la pauta. Hay campos de la investigación que por su complejidad requieren de largo plazo para obtener resultados y muchos recursos económicos que no poseemos; para salvar este obstáculo hay que fortalecer la investigación básica y estratégica con socios nacionales e internacionales.

La agricultura del siglo XXI se perfila como una agricultura automatizada. El siglo XXI marcará la época de una nueva manera de hacer agricultura. Es necesario desarrollar oportunidades de innovación mediante la puesta a punto y en marcha, de investigación y desarrollo, para tener una agricultura basada en el conocimiento y en el valor agregado. El cultivo del banano no es ni será la excepción. Sin duda alguna la inteligencia artificial hará su aparición aplicada al cultivo del banano.

Actualmente estamos trabajando bajo el concepto de manejo integrado de los cultivos en forma sostenible, tratando de disminuir costos de operación y ambientales. Esto se puede lograr por medio del manejo integrado de plagas y enfermedades y de los nutrimentos del suelo. Esto significa todo un reto, pero existen nuevas herramientas tecnológicas en las cuales hay que apoyarse (agricultura de precisión, agricultura más orgánica, biotecnología, bioinformática y nanotecnología son algunos ejemplos). Esto empero, requiere mucha inversión en investigación para un aprendizaje continuo, el cual debe ser transmitido a los grupos interesados de la sociedad. La aplicación de la tecnología nos lleva a una nueva revolución, la revolución tecnológica, considerando las demandas de la sociedad y de los mercados en calidad, inocuidad, bioseguridad, calidad de vida humana y el uso sostenible de la biodiversidad.

Los desafíos y los retos son grandes y no se podrá salir adelante si no se apoya sin cuestionamientos a la investigación científica. Es necesario el trabajo multidisciplinario y la

colaboración interinstitucional a escalas nacional e internacional, promoviendo los consorcios de investigación, aunando esfuerzos en la búsqueda de financiamiento y la capacitación continua para nuestros profesionales.

No existe una respuesta única, ni un área científica que por si sola pueda resolverlo todo, por ello, el enfoque debe ser multidisciplinario (holístico). El trabajo en equipo es la clave para dar una respuesta integral a los problemas de la industria; Hay que concientizar y motivar a los investigadores a que trabajen en forma honesta, colaborativa, comunicativa, y con adecuada aplicación de la inteligencia emocional.

Para visualizar el futuro, hay que revisar el pasado y adoptar y hacer un hábito la lectura de las lecciones aprendidas.

Es necesario propiciar en consecuencia las siguientes prioridades de temas de investigación a continuar y/o a establecer:

- Realizar talleres de trabajo que definan acciones para atender diferentes escenarios ante un primer brote del patógeno.
- Revisar y difundir entre los productores el plan de acción ante la llegada de un primer brote de Foc R4T en el país.
- Pensar en propiciar y establecer un banco de ADN de enfermedades importantes que no tenemos en nuestro país; esto para prepararse ante un futuro problemático de presencia, y establecer métodos rápidos de diagnóstico.
- Evaluar cultivares-variedades con características valiosas desde el punto de vista de la producción y la resistencia a plagas y enfermedades. Introducir dichos materiales siguiendo los protocolos internacionales de manejo e intercambio seguro de germoplasma de *Musa*.
- Establecer un adecuado manejo del suelo y su salud, mediante el uso de materia orgánica y de microorganismos. Continuar realizando trabajo con suelos supresivos y manejos integrales de finca, con base en el análisis de los factores de la ciencia del

suelo, para el manejo holístico de Foc raza 1; preparando escenarios positivos de manejo ante una eventual llegada de Foc R4T, y control del nematodo barrenador de *Radopholus similis*.

- Continuar propiciando el desarrollo de controladores biológicos de plagas y enfermedades. Es imperativo realizar su enclavamiento hacia bioproductos comercializables. Involucrar estos agentes de control biológico en esquemas holísticos de manejo de la enfermedad del Foc raza 1 con proyecciones a usar los resultados con visión de futuro, ante una eventual presencia de Foc R4T en nuestro país.
- Llevar a cabo un estudio sobre el impacto económico que significaría la llegada de Foc R4T a nuestro país; esto basado en escenarios teóricos y con objetivos de sensibilización ante los productores y otros actores en la cadena de producción.
- Pensar en propiciar más el trabajar sobre posibles escenarios productivos, considerando hipotéticamente que estamos en presencia de la enfermedad de la fusariosis del banano.
- Apoyar y fortalecer el trabajo en mejoramiento genético convencional mediante la alianza estratégica con EMBRAPA. Involucrarse en esta línea de investigación con énfasis en objetivos de búsqueda de resistencia genética a la enfermedad de la Sigatoka negra (*Pseudocercospora fijiensis*) y al Mal de Panamá raza 4 tropical (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense*). Una excelente manera de celebrar el 50 Aniversario de CORBANA fue iniciar un programa de mejoramiento genético convencional, el cual debe fortalecerse con colaboraciones interinstitucionales con otros entes que realizan mejoramiento y, sobre todo para que con visión de futuro se logre la capacitación y la formación de profesionales propios especializados en dicha área de trabajo. Con excepción del colega del EMBRAPA y del colega de la FHIA, no existe una persona en el resto de América Latina especializada en mejoramiento genético del banano. Personalmente pienso que para mediados del 2022 CORBANA deberá contemplar la contratación de un fitomejorador que forme parte de su “staff” profesional.

- Desarrollar el diagnóstico temprano de las principales enfermedades del banano actualizando y poniendo en práctica las novedades que presenta y presentará la herramienta de la biología molecular.
- Visualizar e invertir en la aplicación de tecnologías de punta tales como la nanotecnología, la robótica en el apoyo a procesos, la metagenómica, la biología celular y molecular y la investigación con metodologías como la edición de genes (CRISPER/CAS).
- Enfatizar en la investigación con énfasis en el uso de sensores remotos y sus aplicaciones (drones, satélites, radares).
- Evaluar cultivares-variedades con características valiosas desde el punto de vista de la producción y la resistencia a plagas y enfermedades. Realizar la introducción, la prospección y la evaluación de cultivares diferentes de banano y proponer su uso por los productores visualizando y estableciendo nichos diferentes de mercado que acepten consumir fuentes de *Musa* diferentes al banano Cavendish.
- Aumentar la cantidad de introducciones del banco de germoplasma con las accesiones de origen EMBRAPA y otras de interés que tienen disponibles el Centro de Tránsito Internacional de Germoplasma de *Musa*; que se encuentra ubicado en la Universidad de Lovaina, Bélgica. Los genes del futuro se localizan en estos materiales y dichos recursos fitogenéticos llegan a ser un patrimonio institucional. Es necesario en la medida de lo posible, mantener discrecionalidad sobre dicho germoplasma.
- Efectuar trabajo con énfasis en sistemas de innovación productiva. Realizar lo que sea necesario para que el productor nacional, adopte sin ambages metodologías que aumentan la productividad, como lo es el caso del cultivo del banano en formación de siembra hexagonal.
- Seguir avanzando en un adecuado manejo del suelo y su salud, mediante el uso de materia orgánica, microorganismos benéficos, biofertilizantes, coberturas vegetales y aplicación de la fisio-nutrición mineral.

- Propiciar el desarrollo de controladores biológicos de plagas y enfermedades. Realizar su encalamiento hacia bioproductos comercializables.
- Aumentar y/o mantener la productividad optimizando la fisiología de la producción ante la variabilidad y el cambio climático. Tener respuestas científicas a los desafíos que significa dicha variabilidad.
- Realizar conciencia social sobre la necesidad de una agricultura basada en tecnologías más limpias de producción y sostenible ambientalmente.
- Reducir hasta donde sea posible el uso de pesticidas.
- Ampliar los estudios post-cosecha para tener un mejor rendimiento y aprovechamiento de los productos.
- Racionalizar el uso del recurso hídrico (huella hídrica).
- Diseñar sistemas de producción que generen menos emisión de gases de efecto invernadero.
- Difundir los resultados mediante un mayor acercamiento *in situ* con los productores. Basados en las lecciones aprendidas de la pandemia producida por el Covid -19, impulsar la comunicación virtual, (en línea) en sus diferentes propuestas y estrategias.

EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN; RESPETUOSAMENTE LO SIGUIENTE:

- Valorar, propiciar y llevar a cabo una de la reunión entre los productores, gerencia general, las subgerencias, los Ing. de Asistencia Técnica, los profesionales de investigación, coordinadores y Director de Investigaciones en el entorno de: **1.** ¿Qué quieren los productores? **2.** ¿Qué quieren los técnicos e investigadores? **3.** ¿Qué quieren entre ambos y, **4?** ¿Cuál es la realidad y la ruta a continuar o iniciar?
- Accionar en el sentido de que la Asistencia Técnica sea coordinada directamente por la Dirección de Investigaciones.

- Interactuar a nivel nacional con el Ministerio de Agricultura (M.A.G.) concretamente con el INTA, en trabajo común sobre acciones relacionadas con el plan de acción - exclusión de Foc en Costa Rica y así no duplicar esfuerzos.
- Determinar al 2023 como una fecha clave y de impacto para planificar nuevamente un congreso científico internacional; sobre aspectos prioritarios y necesarios en el cultivo del banano.
- Capacitar a un profesional en la búsqueda de fondos externos.
- Reflexionar y accionar en el sentido que la realidad Covid 19 -post Covid y Foc R4T, ameritan que la Dirección de Investigaciones sea la Jefatura y Coordinadora del trabajo y derroteros de la Dirección de Asistencia Técnica.
- Continuar con la práctica de realizar una reunión técnica entre los profesionales de investigaciones para recibir crítica constructiva y, analizar los derroteros y objetivos de investigación cada 2-3 años. Este ejercicio ha sido una tónica relevante en la Dirección de Investigaciones. La más reciente reunión de este tipo se llevó a cabo el 26 y 27 de febrero del 2020 y, el objetivo fue hacer una revisión general de trabajo y acciones futuras para continuar con el plan de exclusión e investigación ante la amenaza de Foc. R4T.
- Continuar optimizando el sistema automatizado para el manejo de los proyectos de investigación.
- Continuar brindando servicios de calidad al productor; pero optimizándolos conforme cambia el derrotero tecnológico.
- Reforzar el hábito de divulgar los resultados de la investigación. Publicar a nivel nacional pero también necesariamente en revistas especializadas a nivel internacional. Esto es una necesidad. Cuando se hacen ejercicios de búsqueda de fondos externos para realizar investigación, los donantes le conceden un alto puntaje a la trayectoria de publicaciones internacionales que el investigador involucrado en el proyecto presente. En el pasado reciente nos hemos visto limitados de esta oportunidad debido a este requisito.
- Fortalecer la divulgación de los resultados de la investigación mediante el uso de estrategias en formato físico, y/o electrónico de la revista CORBANA.

- Continuar y aumentar la capacitación continua del personal a nivel nacional e internacional (participación en cursos y pasantías cortas especializadas).
- Generar una cultura de relevos profesionales. Propiciar y promocionar dentro de cada eje de trabajo un “sucesor natural” en el liderazgo de la misma.
- Considerar a partir del 2023 la contratación de un profesional junior para especializarlo en Entomología; teniendo al Dr. Guillén como guía. Existen muy pocos especialistas en esta materia en América Latina y el Caribe.

A MANERA DE CIERRE:

Uno de los principales hitos de la Corporación Bananera Nacional (CORBANA) en ocasión de sus efemérides del 50 Aniversario, es ser visionaria y constante en la disposición del financiamiento necesario para dedicarlo a realizar investigación científica, en el cultivo del banano durante 43 años, considerada ésta a nivel mundial una de las herramientas indispensables para producir desarrollo y mejor calidad de vida en las personas de un país...

20. LISTA DE ACRÓNIMOS:

AAFC: Agricultura y Alimentos de Canadá.

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (Costa Rica).

CENIBIOT: Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas.

CIRAD-FHLOR: Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo - Departamento de Frutas y Hortalizas (Francia).

EMBRAPA: Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria.

FHIA: Fundación Hondureña de Investigación Agrícola

INTA: Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería. (Costa Rica).

MUSANET: Red Global de Recursos Fitogenéticos de *Musa*.

OIRSA: Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria.

PRI: “Plant Research International” Wageningen, Holanda.

TEC: Tecnológico de Costa Rica.

UCR: Universidad de Costa Rica.

UNA: Universidad Nacional (Costa Rica).

WUR: Universidad de Wageningen.