

Alianzas y resultados de proyectos regionales de investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe (FONTAGRO: Segunda y Tercera Convocatorias)

Países miembros del Fondo

ARGENTINA
BOLIVIA
CHILE
COLOMBIA
COSTA RICA
ECUADOR
HONDURAS
NICARAGUA
PANAMÁ
PARAGUAY
PERÚ
REPÚBLICA DOMINICANA
URUGUAY
VENEZUELA

Septiembre 2007



INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA

© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 2007

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en <http://www.iica.int>.

Documento coordinado por el Área de Tecnología e Innovación de la Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento del IICA conjuntamente con la Secretaria Técnica y Administrativa del FONTAGRO y elaborado por Luis Romano, consultor IICA.

Coordinación editorial: Enrique Alarcón, David Rodríguez

Corrección de estilo: Olga Patricia Arce

Diagramado: Karla Cruz Mora

Diseño de portada: Karla Cruz Mora

Impresión: Imprenta IICA, Sede Central

Alianzas y resultados de proyectos regionales de investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe (FONTAGRO: segunda y tercera convocatorias) / IICA, FONTAGRO. – San José, C.R.: IICA, 2007.
68 p. ; 19 x 27 cm.

ISBN13: 978-92-9039-825-7

1. Proyectos de investigación 2. Sector agroindustrial
3. América Latina 4. Caribe I. IICA II. FONTAGRO
III. Título

AGRIS
A50

DEWEY
338.1

San José, Costa Rica
2007

Índice

Presentación	5
Agradecimientos	6
I. Desarrollo de las alianzas interinstitucionales formadas en el ámbito del FONTAGRO	12
1. Pasos iniciales de las alianzas	17
2. Diseño e implementación de las alianzas	18
3. Validación / finalización de las alianzas	20
II. Resúmenes de proyectos	22
1. Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en fríjol voluble autóctono de la región alto andina	22
2. Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición del cogollo en palma de aceite	26
3. Desarrollo tecnológico para el manejo post-cosecha de la guayaba en Colombia y Venezuela	29
4. Desarrollo del manejo sostenible de <i>Smilax</i> spp (planta medicinal) en ecosistemas naturales y en sistemas agroforestales en América Central: desde la producción a pequeña escala hasta la comercialización	33
5. Diseminación por embriogénesis somática a gran escala en América Central y República Dominicana de variedades F1 mejoradas de <i>Coffea arabica</i> y de la variedad portainjerto (Nemaya), tolerantes a las principales enfermedades y plagas y de alta productividad	36
6. Desarrollo de cultivares de plátano y banano de consumo local resistentes a la sigatoka negra para América Latina	39
7. Capacitación e investigación para el manejo integrado de la sigatoka negra del Plátano en América Latina y el Caribe	42
8. Desarrollo de micoinsecticidas para el manejo integrado de la mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>) en cultivos forestales y hortícolas en zonas neotropicales	45
9. Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan	48
10. Desarrollo de una estrategia para la obtención de resistencia durable a <i>Pyricularia grisea</i> en arroz en el Cono Sur	51
11. Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de la calidad sanitaria de especies acuícolas de importancia económica en América Latina a través de terapias de inducción de inmunidad natural	54
12. Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del río de la Plata y la Patagonia: desarrollo de sistemas de evaluación y pronóstico de la productividad primaria	57
Siglas y Abreviaturas	61
Anexo	65

Presentación

El Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) es un consorcio de países y organizaciones creado en 1998, cuya misión es fomentar la competitividad, la gestión sostenible de los recursos naturales y la reducción de la pobreza en los sectores agrícola y alimentario de las Américas, mediante el financiamiento de actividades de investigación agrícola que ayuden a crear y diseminar información científica como un “bien público regional”.

El FONTAGRO es un programa de carácter competitivo para el financiamiento no reembolsable de proyectos de investigación regional, el cual opera mediante convocatorias regionales bajo los lineamientos de su Consejo Directivo en cuanto a áreas geográficas, rubros productivos y familias de tecnologías por financiar. Actualmente, son miembros del Fondo Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Honduras, Ecuador, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela.

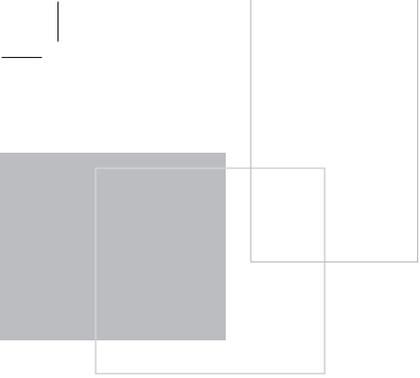
El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) son las dos entidades patrocinadoras del Fondo. El IICA proporciona apoyo técnico en la capacitación para elaborar proyectos, realiza la evaluación del impacto, apoya el seguimiento técnico y contribuye con la divulgación de sus resultados. Por medio de los Programas Cooperativos de Investigación Agrícola (PROCIAs) se identifican los temas de los proyectos, se formulan las propuestas y coordina la ejecución de los proyectos aprobados. Por su parte, el BID actúa como representante legal, administra los recursos del Fondo, proporciona el espacio para ubicar en su sede a la STA y asigna tiempo profesional del personal de los departamentos que brindan apoyo no-operativo al Programa.

El propósito del presente documento es contribuir a la difusión de los avances y resultados de los proyectos ya concluidos (12 proyectos), los cuales fueron financiados por el Fondo en su segunda y tercera convocatoria. Estos avances y resultados son el fruto de las alianzas o consorcios organizados para formular, postular y ejecutar los respectivos proyectos. Por esta razón, se presenta en la primera parte de este documento un somero análisis sobre la formación, el desarrollo y la conclusión de dichas alianzas, dado que esta modalidad es crucial para el funcionamiento de FONTAGRO.

Enrique Alarcón, PhD.

Director del Área de Tecnología e Innovación

Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento del IICA



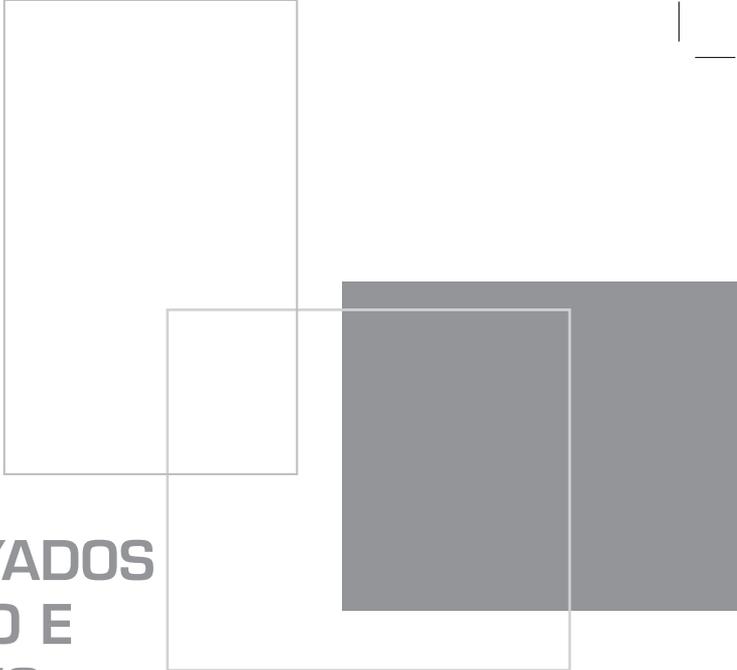
Agradecimientos

Se brinda un especial agradecimiento a Luis Romano por la recopilación de la información y elaboración del presente documento.

De gran importancia para este documento ha sido la participación de los líderes de los proyectos presentados: Matthew Blair del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia; Pedro León Gómez y Pedro Rocha del Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPALMA), Colombia; Raúl Gómez de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA); Róger Villalobos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica; Guillermo Canet y Armando García, IICA, Guatemala; Franklin Rosales y Rafael Arango, CATIE, Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP), Costa Rica; Mauricio Guzmán, CATIE (INIBAP); Eduardo Hidalgo, CATIE, Costa Rica; Silvia Germán del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay; Alberto Blas Livore del INIA, Argentina; José M. Paruelo del Instituto de Investigaciones Fisiológicas y Ecológicas vinculadas a la Agricultura (IFEVA) del CONICET (Argentina), Claudia López Laport y Raúl Castro Díaz, Biodinámica, Chile; y demás miembros de los respectivos consorcios.

También se extiende el agradecimiento al Dr. Nicolás Mateo, Secretario Ejecutivo de la STA del FONTAGRO, por sus valiosos comentarios para la preparación del presente informe. De la misma manera se agradece a Jovana Garzón y Cristina Sanchez de la STA por los comentarios brindados.

Se agradece a Guillermo Grajales por el apoyo brindado para el presente trabajo. También a David Rodríguez por los comentarios y observaciones realizadas al documento y por el trabajo de coordinación editorial realizado.



PROYECTOS APOYADOS POR FONTAGRO E INSTITUCIONES PARTICIPANTES

- 1. Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en frijol voluble autóctono de la región alto andina**
 - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia
 - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Colombia
 - Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP), Ecuador
 - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Perú
 - Universidad de Nariño, Colombia
 - Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
- 2. Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición del cogollo en palma de aceite**
 - Centro de Investigación en Palma de Aceite (CENIPLAMA), Colombia
 - Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia
 - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador
- 3. Desarrollo tecnológico para el manejo post-cosecha de la guayaba en Colombia y Venezuela**
 - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA, CIMPA), Colombia
 - Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, CIAE), Venezuela

4. Desarrollo del manejo sostenible de *Smilax spp* (planta medicinal) en ecosistemas naturales y en sistemas agroforestales en América Central: desde la producción a pequeña escala hasta la comercialización

- Universidad de Costa Rica (UCR)
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN)
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

5. Diseminación por embriogénesis somática a gran escala en América Central y República Dominicana de variedades F1 mejoradas de *Coffea arabica* y de la variedad portainjerto (Nemaya), tolerantes a las principales enfermedades y plagas y de alta productividad

- IICA/PROMECAFE
- Instituto del Café (ICAFE), Costa Rica
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE)
- Centro Internacional para la Investigación Agrícola (CIRAD), Francia
- Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café (PROCAFE), El Salvador
- Asociación Nacional del Café (ANACAFE), Guatemala

6. Desarrollo de cultivares de plátano y banano de consumo local resistentes a la sigatoka negra para América Latina

- Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP)
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
- Universidad de Medellín, Colombia
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, (CINVESTAV), México

7. Capacitación e investigación para el manejo integrado de la sigatoka negra del Plátano en América Latina y el Caribe

- Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP)
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
- Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Costa Rica
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Venezuela
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Ecuador

- Centro Nacional de Investigación Agrícola y Forestal (CENIAF), República Dominicana
- Universidad Nacional Autónoma (UNAN), Nicaragua
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Colombia
- Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca y Fruticultura Tropical (CNPMPF) (EMBRAPA), Brasil, con el patrocinio del INIBAP

8. Desarrollo de micoinsecticidas para el manejo integrado de la mosca blanca (*Beuricia tabaci*) en cultivos forestales y hortícolas en zonas neotropicales

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Colombia

9. Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan

- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA), Brasil
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Chile
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) / Dirección de Investigación Agrícola (DIA), Paraguay

10. Desarrollo de una estrategia para la obtención de resistencia durable a *Pyricularia grisea* en arroz en el Cono Sur

- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia
- Purdue University, Estados Unidos

11. Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de la calidad sanitaria de especies acuícolas de importancia económica en América Latina a través de terapias de inducción de inmunidad natural

- Biodinámica S.A., Chile
- Universidad de los Llanos, Colombia
- Universidad Nacional Experimental del Tachira, Venezuela
- Hefesa Ltda., Chile

12. Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del Río de la Plata y la Patagonia: desarrollo de sistemas de evaluación y pronóstico de la productividad primaria

- Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía.
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Instituto de Clima y Agua, Argentina.
- Universidad Nacional de Mar de Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina.
- Universidad Nacional del Comahue, Centro Universitario Regional Viedna, Argentina.
- Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Uruguay, Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Sociales.
- Secretariado Uruguayo de la Lana.
- Laboratorio del Departamento de Ciencias del Ecosistema de Tierras de Pastoreo y Ecología de los Recursos Naturales de la Universidad del Estado de Colorado, EE.UU.
- Departamento de Elaboración de Modelos Ecológicos, Alemania.

Flujo de aportes del FONTAGRO a los proyectos

Título del proyecto	(US\$)
1. Mejoramiento de la resistencia a enfermedades en frijol voluble autóctono de la región alto andina	125,000
2. Resistencia al complejo de pudrición del cogollo en palma de aceite	125,000
3. Manejo post-cosecha de la guayaba en Colombia y Venezuela	150,000
4. Desarrollo del manejo sostenible de Smilax spp en ecosistemas naturales y en sistemas agroforestales en América Central	250,000
5. Diseminación por embriogénesis somática a gran escala en América Central y República Dominicana de variedades FI mejoradas de Coffea arabica y de la variedad portainjerto (Nemaya),	125,000
6. Desarrollo de cultivares de plátano y banano de consumo local resistentes a la sigatoka negra para América Latina	125,000
7. Manejo integrado de la sigatoka negra del Plátano en América Latina y el Caribe	125,000
8. Desarrollo de micoinsecticidas para el manejo integrado de la mosca blanca (Beuricia tabaci) en cultivos forestales y hortícolas en zonas neotropicales	150,000
9. Resistencia genética durable a royas en trigo pan	232,561
10. Estrategia para la obtención de resistencia durable a Pyricularia grisea en arroz en el Cono Sur	125,000
11. Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de la calidad sanitaria de especies acuícolas	200,000
12. Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del río de la Plata y la Patagonia	100,000
TOTAL	1,832,561

Fuente: Material divulgativo del FONTAGRO.

Desarrollo de las alianzas interinstitucionales formadas en el ámbito del FONTAGRO

Dada la importancia que tiene la constitución de alianzas (consorcios) de investigación e innovación agroindustrial para la formulación, ejecución y evaluación de los proyectos que financia el FONTAGRO, el IICA y el mismo Fondo, como organismos técnicos de apoyo, se han preocupado por analizar las circunstancias del nacimiento y desarrollo de estas alianzas. Este interés surge por la necesidad de mejorar el proceso de participación de las diversas instituciones que optan por presentar proyectos para financiamiento, con base en las experiencias de alianzas formadas en proyectos ya concluidos y financiados por el FONTAGRO.

Para ello, se siguieron las sugerencias del proyecto Alianzas Público-Privadas del Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR), el cual señala que toda alianza tiene un ciclo de desarrollo dado por los siguientes pasos:

1. Definición del interés común
2. Diseño de la estructura gobernabilidad, financiación, aspectos legales normativos
3. Ejecución, validación
4. Decisión final.

Para efectos de este documento, los pasos mencionados se presentan como iniciales, diseño, implementación, validación y finalización.

La información utilizada en el análisis del desarrollo de las alianzas para la investigación, formadas y desarrolladas en el ámbito del FONTAGRO, se basó principalmente en una encuesta que se diseñó con el propósito de obtener información de los líderes de los 12 proyectos analizados. Se complementó con información adicional proveniente de los informes de seguimiento técnico y de las memorias de los talleres de seguimiento llevados a cabo por el FONTAGRO, con el apoyo del IICA, en la ciudad de Bogotá, Managua y Asunción durante el año 2006. Los resultados del análisis se presentan a continuación:

En el Cuadro 1 del anexo, se pueden observar las alianzas o consorcios conformados para la ejecución de los proyectos financiados por el FONTAGRO en el período 1999 - 2001, ya concluidos, de acuerdo con el ejecutor principal o líder del proyecto y los miembros adicionales o coejecutores.

De acuerdo con la información incluida en ese cuadro, es posible agrupar las instituciones que se asociaron para ejecutar los proyectos en las siguientes categorías:

- Los INIA, empresas y corporaciones adscritas al sector público, como la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y CORPOICA.
- Centros internacionales pertenecientes al sistema del Consejo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola (CGIAR) y de fuera de éste, como el Centro Internacional para la Investigación Agrícola (CIRAD).
- Universidades, tanto de tipo nacional como regional.
- Centros privados de investigación (CENI), sin interés de lucro, como el CENIPALMA de Colombia.
- Empresas y corporaciones privadas.
- Organismos regionales y subregionales, tipo CATIE y los PROCI.
- Ministerios, divisiones de investigación y otras dependencias gubernamentales.

Con base en la anterior clasificación, los proyectos presentan las siguientes menciones, según el liderazgo y las ejecutorías:

Categorías	Ejecutor líder	Coejecutores
INIA e instituciones adscritas al sector público	4	15
Centros internacionales	1	5
Universidades	1	19
CENI	1	–
Empresas / corporaciones privadas	1	6
Organismos regionales	5	5
Otros organismos públicos		12

En el recuadro anterior, es posible observar la mayor participación relativa de los organismos regionales de investigación y/o enseñanza o coordinación, tipo CATIE u otros que operan en Centroamérica. Este hecho mejora la presencia de esta región en la ejecución de proyectos del FONTAGRO, dado el **poder de convocatoria** de estas instituciones para identificar problemas comunes, formular los proyectos conjuntamente, conformar las alianzas necesarias y ejecutar los compromisos. Igualmente se puede decir de organismos como los PROCI y parecidos, sin los cuales el ciclo de formulación - ejecución - seguimiento - evaluación de los proyectos, sería en extremo difícil.

Además, se deduce que los INIA e instituciones paraoficiales de investigación siguen manteniendo un liderazgo importante en los proyectos financiados por el FONTAGRO, el cual es compartido con los organismos regionales.

Por otra parte, los organismos o centros internacionales sólo lideraron uno de los proyectos, situación que contrasta con un liderazgo ejercido en la primera convocatoria del FONTAGRO. Quizás esto evidencia que hubo una mejor preparación por parte del resto de instituciones para competir en las convocatorias del FONTAGRO. De todas maneras, los centros internacionales mantienen el interés por participar, puesto que aparecen con un número aceptable de menciones como coejecutores.

Por lo demás, aunque las menciones que restan son unitarias, se aprecia la capacidad para liderar proyectos por parte de otras instituciones, como las universidades, la empresa privada y los CENI, como el CENIPALMA de Colombia.

Por otra parte, del análisis de la presencia de los coejecutores, se puede anotar lo siguiente:

Lo más relevante es la gran afluencia de universidades, tanto de tipo nacional como provincial o departamental, lo cual supera el hecho conocido de la poca participación de las universidades latinoamericanas en procesos de investigación agropecuaria de mediano o largo plazo. Visto así, lo anotado constituye una buena ganancia para la región, dada la capacidad física instalada y los recursos humanos capacitados con que cuentan muchas universidades de la región, las cuales ahora parecen haber encontrado una vía para complementar recursos e involucrarse en aspectos teóricos y aplicados de importancia regional. Dentro de esta presencia universitaria, llama la atención la incorporación de varias universidades de Estados Unidos y una alemana, hechos relevantes para los procesos de adquisición de tecnología de punta.

Otro hecho que llama la atención se refiere a la participación de otros organismos públicos, tales como ministerios, divisiones de investigaciones, secretarías de producción y otras estructuras tradicionalmente al margen de este tipo de procesos. Algunos países están encontrando la forma de participar en la formulación y ejecución de los proyectos del FONTAGRO a través de estas instituciones.

Los INIA y las entidades paraestatales mantienen gran interés en estos procesos mediante su participación como coejecutores de los proyectos.

En el Cuadro 1 del anexo, también se puede observar la localización por países de los ejecutores líderes y de los coejecutores. De esta información, se destaca lo siguiente:

- De los 12 proyectos (aunque se mencionan 13, pues Colombia y Venezuela comparten el liderazgo del proyecto Guayaba), 4 tienen la institución líder en Costa Rica, debido al papel de las instituciones regionales, según se mencionó anteriormente. Les sigue Colombia, con la sede de 3 liderazgos (CIAT, CORPOICA y CENIPALMA).
- En la región centroamericana (Costa Rica y Guatemala), se detectan 5 menciones, el mayor número, seguido por la andina y la del sur, con 4 cada una. Todo muestra cierto equilibrio en la distribución de las sedes de los liderazgos.
- Con respecto a la localización de los coejecutores, la primacía corresponde a Colombia con 14 menciones y Costa Rica con 11. Además, se nota cierto interés de Brasil por participar, ya que muestra cuatro participaciones en las coejecutorías, lo mismo que México con tres. Esto constituye un hecho importante, dado el liderazgo de dichos países en el campo de la investigación agropecuaria.
- En cuanto a las **áreas temáticas** predominantes en los 12 proyectos examinados, el mejoramiento genético y las enfermedades (incluido el complejo insecto - plaga) dominan la escena investigativa, que se complementa con una aceptable cantidad de actividades en el área de biotecnología, todo lo cual podría estar indicando la continuación de trabajos tradicionales de investigación pero efectuados con herramientas modernas, como el uso de marcadores moleculares y manipulación genética.
- Aunque con menos frecuencia, merecen mencionarse incursiones investigativas en las áreas de cosecha y poscosecha, procesamiento, sistemas de producción, recursos genéticos y estudios de mercado. Por el contrario, no se llevaron a cabo actividades en las áreas de mecanización, riego, suelos, malezas y asuntos de políticas, lo que muestra un amplio campo de acción para la formulación futura de proyectos en estos campos.
- Complementariamente y en relación con el **eslabón de la cadena agro productiva** en la cual trabajarán los proyectos, la gran mayoría se ubicó en los aspectos relativos a la producción primaria y unos pocos a los procesos de transformación. Debido quizás a la naturaleza de

las instituciones participantes en el FONTAGRO, no se presentaron proyectos sobre comercialización, transporte, mercadeo y consumo per se, aunque estos aspectos se tratan parcialmente en algunos proyectos en una escala menor.

1. Pasos iniciales de las alianzas

Se indagaron las razones y motivaciones que tuvieron los proponentes para presentar proyectos ante el FONTAGRO y así constituir las alianzas necesarias. Se hallaron diversas respuestas:

- Dichos proponentes, personales o institucionales, ya mantenían algún grado de relación profesional.
- El problema por resolver era tan importante en el ámbito regional que muchos investigadores ya acostumbraban a intercambiar información.
- Ya existían redes técnicas alrededor de un producto, por ejemplo: Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano en ALC (MUSALAC), Programa Regional de Fríjol para la Zona Andina del CIAT (PROFIZA).
- Se ha generado alguna interacción entre organismos regionales o subregionales tipo el IICA, el CATIE, los PROCI.
- Como subproducto de la asistencia a talleres y seminarios internacionales.

Todo ello indica un **latente espíritu cooperativo**, el cual se concretó con el apoyo del FONTAGRO y principalmente por la exigencia de formular proyectos de manera multilateral.

Gracias al reconocimiento de **problemas regionales o subregionales comunes** generado en seminarios, talleres, redes o en los organismos ya mencionados, los investigadores líderes tomaron la iniciativa de conformar alianzas e identificar, además, los posibles colaboradores en cada país, de acuerdo con intereses y capacidades. Es así como las instituciones líderes de investigación en cada subregión han podido incorporar al trabajo cooperativo a otras instituciones que mantenían poca presencia en estas actividades, como el caso de las universidades latinoamericanas.

Una vez identificado el problema o el tema común de investigación, y luego de que los líderes personales e institucionales han decidido emprender el trabajo en asociación, las principales motivaciones para conformar la alianza corresponden a las siguientes:

- Buscar recursos financieros complementarios, dado que generalmente se cuentan con los recursos físicos y humanos básicos para la investigación.
- Adquirir recursos tecnológicos o conocimientos “de punta” en el área del proyecto, lo cual se refleja en la participación de instituciones internacionales de investigación y de universidades extranjeras de prestigio como asociadas a los proyectos.
- Lograr la reducción de los costos de la investigación y la transferencia de tecnología, articular algunas líneas de investigación en la región y mejorar la capacidad instalada.

Un efecto importante de la asociación entre organismos líderes de investigación en América Latina y el Caribe (ALC) con otras instituciones menos fuertes o en vías de consolidación es el llamado proceso de **asistencia técnica horizontal** o de transferencia de tecnología y capacidades entre instituciones de diferentes niveles en la región. Este es un objetivo que siempre mantienen instituciones como el IICA y los PROCI.

2. Diseño e implementación de las alianzas

El proceso que se requiere para pasar de la motivación de crear una alianza investigativa a la formulación del proyecto y someterlo a concurso no parece ser en extremo difícil. En general, para que las instituciones involucradas aprueben la propuesta en promedio toma alrededor de un año o menos, lo cual parece un tiempo razonable.

Durante este tiempo, se da cierto grado de maduración de ideas sobre los posibles proyectos que serán presentados a concurso. Sin embargo, hay excepciones, como el caso del proyecto sobre *Pyricularia grisea*, el cual tomó cuatro años en concretarse.

Lo que más afecta la formalización de la alianza corresponde a asuntos de tipo metodológico y a la redacción de la propuesta propiamente dicha, en comparación con el acuerdo sobre los objetivos y la distribución de los beneficios que se pueden obtener. Es decir, parece existir un camino recorrido en materia de necesidades de investigación en la región, así como claridad sobre los beneficios que cada institución espera obtener de la alianza. Sin embargo, los aspectos en los que más se demoran son los mecánicos y menos obvios, debido a la complejidad del trabajo planeado de forma multilateral. En este último punto, se reconoce la importancia de los organismos regionales y subregionales con poder de convocatoria para poder abordar dichos aspectos más eficientemente, como el IICA, los PROCI, el CATIE y otros ya mencionados, como el Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultura (PROMECAFE), la INIBAP, el PROFIZA y la Red MUSALAC.

En estos aspectos de **governabilidad**, esas mismas instituciones, además de facilitar la concreción de las alianzas, también lideran su funcionamiento y gestionan la **vinculación** con otros actores **fuera del consorcio**, a través de talleres, comunicaciones, actividades divulgativas, entre otras. Al interior de la alianza, como mecanismos de interrelación y comunicación, es usual que se efectúen talleres de programación y encuentros técnicos, y que se utilicen las formas tradicionales y de menor costo, como el correo electrónico y el teléfono. No obstante, sólo en ciertos proyectos se presentaron algunas dificultades para el seguimiento y la evaluación, en especial para las visitas técnicas, debido posiblemente al alto costo de desplazamiento.

Al observar los **mecanismos de dirección y coordinación**, se deduce que la forma predominante es la constitución de comités técnicos, con coordinadores nacionales y regionales, un tanto informales, lo que trasmite la idea de la poca existencia de relaciones jerárquicas para la coordinación de las actividades y la toma de decisiones. Más bien parece que las relaciones se basan en la igualdad, en los acuerdos y los beneficios mutuos.

Todo ello se considera lo más adecuado para el funcionamiento de las alianzas, dada la diversidad de los orígenes de los participantes, ya que provienen de los sectores público, semipúblico, privado, internacional y académico.

En el desempeño de las alianzas, es crucial la influencia de las normas institucionales y leyes de los países, por ejemplo sobre patentes y acceso a los recursos genéticos, para el desarrollo de las actividades entre países e instituciones. Las experiencias sugieren la conveniencia de aclarar y discutir

dichos aspectos normativos y legales desde el comienzo de la conformación de la alianza, con el fin de evitar conflictos con las respectivas autoridades nacionales. También se señala la necesidad de impulsar en las instancias pertinentes una legislación internacional más acorde con estos nuevos desarrollos técnicos.

3. Validación / finalización de las alianzas

Al indagar sobre si los avances y resultados obtenidos justificaron el esfuerzo y los costos incurridos para desarrollar la alianza, todos los participantes dieron una evaluación positiva. La mayoría señaló que el trabajo individual hubiera implicado mayores costos y también habría sido muy difícil obtener los frutos alcanzados. Se considera, además, que el modelo utilizado es viable para obtener resultados de forma eficiente y rápida, además del enriquecimiento institucional que significa el trabajo en equipo. Asimismo, el análisis de los avances y resultados de las alianzas, los cuales se describen más adelante, permite constatar el cumplimiento de uno de los fines del FONTAGRO, el de la producción de bienes públicos regionales.

Por lo anterior, en la mayoría de los proyectos se decidió prorrogar las alianzas constituidas, con los ajustes del caso, con el objetivo inmediato de formular nuevos proyectos para postularlos a otras fuentes de financiamiento.

Para el accionar eficiente de las alianzas, se consideraron como positivos algunos factores, como los mecanismos diseñados para la toma de decisiones dentro de la alianza, el esquema de seguimiento y control, la asignación de recursos de contrapartida y el flujo de fondos por parte del FONTAGRO, aun cuando hubo opiniones que señalaron que dicho flujo fue en algunos casos un factor negativo para el funcionamiento del esquema. Adicionalmente, la existencia de muchos actores en la conformación de la alianza no se consideró como problema para su funcionamiento; por el contrario, se determinó como un aspecto valioso en este marco.

Una debilidad de las alianzas es que su éxito depende mucho del compromiso personal de los responsables en cada institución y de su influencia, de tal manera que al ocurrir cambios de estos funcionarios, la alianza se puede debilitar o perder eficiencia. El tema de los derechos intelectuales o de propiedad tiende a complicar el trabajo interinstitucional, lo mismo que los problemas para el intercambio de material genético.

Como gran conclusión acerca del tema de las alianzas en su relación con el FONTAGRO, se determina que este último ha trascendido su papel de mecanismo de financiación de proyectos de la investigación y se ha convertido también en un vehículo para la cooperación técnica multilateral. Así el FONTAGRO contribuye a generar una “cultura de la cooperación” en ALC y, adicionalmente, proporciona espacios de entrenamiento institucional para la formulación conjunta de proyectos para fondos competitivos, aspecto de gran utilidad para competir por recursos económicos para investigación ante otras fuentes.

Con base en las anteriores fortalezas y por la construcción de alianzas para la investigación agropecuaria, parece recomendable que el Fondo amplíe su radio de acción. Debe buscar para sí y para los países miembros, la participación e integración de instituciones de carácter científico educativo, cooperativo y de financiamiento externo a la región, para el desarrollo de sus actividades futuras. Asimismo, debe fortalecer su capacidad técnica interna para el manejo de esta compleja red de alianzas en la región.

II

Capítulo

Resúmenes de proyectos

1. Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en frijol voluble autóctono de la región alto andina

Consortio

- CIAT, Colombia
- CORPOICA, Colombia
- Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP), Ecuador
- INIA, Perú
- Universidad de Nariño, Colombia
- Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú

Justificación

El frijol voluble que se siembra en la región andina de Colombia, Ecuador y Perú, entre los 1500 y 3200 msnm, es único en el mundo y de gran importancia en la agricultura tradicional o de minifundio, ya que junto con el maíz les garantizan alimento diario a los campesinos durante todo el año. Además, los frijoles volubles son componentes importantes de la agricultura sostenible y de mejor rendimiento que los frijoles arbustivos. A pesar de su importancia y de tanto avance científico mundial, el mejoramiento genético del frijol voluble, especialmente el de la raza Perú, ha permanecido relegado,

por lo que existe el peligro de que el área sembrada con dichos fríjoles disminuya a niveles inconvenientes para la conservación genética de este valioso recurso agrícola. Adicionalmente, los fríjoles volubles son altamente susceptibles a enfermedades como antracnosis (causada por *Colletotrichum lindemuthianum*), mosaico común (causada por *Potyvirus*) y roya (causada por *Uromyces appendiculatus*), entre otros.

Objetivo general

Rescatar el fríjol voluble andino (raza Perú) a través de un gran esfuerzo de mejoramiento del producto.

Objetivos específicos

- Recuperar el alto potencial de rendimiento de los fríjoles volubles.
- Mejorar la resistencia genética a múltiples enfermedades.
- Ofrecer opciones de diversos ciclos de cultivo (días de siembra a cosecha)
- Promover el uso de recurso genético autóctono y preservar así la diversidad biológica.
- Integrar el mejoramiento genético en la región andina y mejorar las diversas clases comerciales de la región.

Actividades

- Creación de viveros internacionales de fríjoles volubles andinos (VIVA) y distribución de materiales o tipos de granos que sean más parecidos a los que ya se utilizaban en cada región para facilitar su uso por parte de los cooperantes.
- Evaluación de viveros adicionales, esencialmente para selección gamética y pedigrí, con la ayuda de caracterización molecular.
- Hibridaciones para generar poblaciones útiles para el mejoramiento, cruza simples y múltiples, además de retrocruzas entre padres donantes de genes de resistencia conocidas para antracnosis, mosaico común y cultivares seleccionados por cada programa participante.

- Caracterización de la diversidad patogénica: CORPOICA coleccionó un total de 55 aislamientos de varias zonas de Colombia que posteriormente fueron evaluados en el CIAT para observar su capacidad de infectar las variedades diferenciales y así determinar la raza a la que pertenece cada aislamiento.
- Selección asistida por marcadores, para introducir los genes de resistencia al virus del mosaico común (Colombia). En Ecuador (INIAP) se probaron los marcadores moleculares para seleccionar resistencia a antracnosis.
- Liberación de variedades promisorias en Ecuador y Colombia.
- Multiplicación de semillas.
- Evaluación participativa de variedades en Colombia (CORPOICA) y en Ecuador (INIAP).
- Evaluación *ex-ante* del impacto económico de variedades volubles (CIAT).
- Análisis de adaptación agroecológica de germoplasma voluble (CIAT).
- Presentaciones, publicaciones.
- Capacitaciones.

Resultados e impactos esperados

Como consecuencia de todas las actividades enunciadas en el proyecto, se destaca la investigación de un producto autóctono con tecnología de punta (marcadores moleculares) y su evaluación final con la metodología de la evaluación participativa con productores, mediante el uso de otras herramientas novedosas como la de adaptación geográfica.

En Ecuador se liberó y se evaluó participativamente la variedad “INIAP Siete Colinas”, la cual fue considerada por los agricultores como una buena alternativa para mejorar su sistema de producción (maíz fríjol), principalmente por la precocidad, resistencia a las principales enfermedades, buena asociación con el maíz guadal, color amarillo del grano y su excelente sabor en tierno y seco. En Colombia, además, se promocionó una línea avanzada que abre posibilidades de producción en zonas de clima medio. En la actualidad, se piensa liberar dos variedades de fríjol voluble desarrollados por la Universidad de Nariño.

Se espera que todas estas variedades de frijol voluble presenten importantes efectos económicos mediante incrementos en la productividad y reducción de costos de producción. En el ámbito social, los materiales constituyen un importante componente para pequeños y medianos agricultores, los cuales mejorarían su actual nivel de empleo agrícola, puesto que la producción de frijol voluble requiere de mano de obra adicional. También se vería afectada la generación de empleo no agrícola, al incluir la cadena de comercialización agrícola y urbana.

En relación con lo ambiental, se espera una disminución en los residuos químicos debido a un menor uso de agroquímicos por la resistencia a la antracnosis desarrollada en las variedades trabajadas.

Otros avances de tipo científico que permiten conocer mejor las enfermedades de este cultivo y también por la afinación de algunas técnicas de investigación, se refieren a aspectos como la integración de resistencia a enfermedades a las líneas nuevas, incorporación de resistencia a mosaico común en líneas avanzadas, aislamiento del hongo *Colletotrichum lindemuthianum*, optimización del proceso de selección de materiales parentales y segregantes resistentes al mosaico común a través del uso de marcadores moleculares, determinación de la variación patogénica para antracnosis y creación de viveros internacionales de volubles andinos.

Con respecto a la formación del capital humano, se realizaron diversas tesis a nivel de doctorado, maestría y profesional (pre-grado), además de cursos de capacitación en varios niveles, especialmente relacionados con el entrenamiento en selección asistida por marcadores, prácticas de hibridación y procesos de fitomejoramiento.

Debido a la gran cobertura geográfica del frijol voluble (África, Centroamérica y Andes), los posibles impactos mencionados pueden llegar a ser muy grandes, con lo cual se estaría en presencia de un bien público internacional.

2. Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición del cogollo en palma de aceite

Consortio

Inicialmente se formó un consorcio para presentar el proyecto entre las siguientes instituciones:

- CENIPLAMA, CIAT, INIAP y Palmeras, Ecuador
- EMBRAPA y DEMPASA, Brasil
- Agricultura, Servicio y Desarrollo (ASD), Costa Rica

Por diversos motivos, algunos de estos miembros se retiraron, con lo cual la ejecución del proyecto quedó a cargo del CENIPALMA y el CIAT, con la colaboración del INIAP.

Justificación

La palma de aceite es uno de los productos de mayor potencial económico para ALC, de tal manera que muchos de los países han decidido aumentar su participación en el mercado mundial incrementando su siembra y producción, dado que actualmente dicha participación es mínima.

Una de las estrategias seleccionadas es la inversión en proyectos de investigación que generen o apliquen tecnologías que permitan solucionar los principales problemas del sector palmicultor, particularmente lo asociado al efecto nocivo de plagas y enfermedades.

El complejo de Pudrición del Cogollo (PC) es el principal problema que afecta la palma de aceite en ALC, ya que causa pérdidas significativas en la producción anual, las cuales, junto con los costos del control de enfermedades, ascienden a alrededor de US\$ 140 millones por año. Técnicamente, se ha intentado controlar la enfermedad mediante la aplicación de fungicidas y la eliminación del tejido enfermo de las palmas recién infectadas sin resultados de importancia.

Objetivo general

Lograr que el proceso de mejoramiento genético de la palma de aceite por resistencia a la PC sea más rápido y efectivo.

Objetivos específicos

- Implementar y desarrollar el laboratorio de marcadores moleculares.
- Llevar a cabo experimentos de caracterización molecular de materiales con tolerancia o resistencia a la PC.
- Establecer alianzas con instituciones nacionales e internacionales.
- Participar en otras actividades, como el uso de poliaminas y la prospección y recolección de *Elaeis oleifera* en la amazonía colombiana.

Actividades

- Realización de un taller internacional de expertos.
- Estandarización de metodologías de laboratorio.
- Caracterización molecular de materiales *Elaeis guineensis* y *Elaeis oleifera*.
- Uso de poliaminas.
- Desarrollo de nuevas estrategias experimentales para el análisis de materiales tolerantes, evaluación de poliaminas, marchitez letal y su relación con la PC.
- Visitas técnicas y elaboración de convenios.
- Elaboración de documentos de tesis y publicaciones.

Resultados e impactos esperados

- Colección de germoplasma de *E. oleifera* con más de 1700 accesiones, la cual constituye una base para los desarrollos futuros de materiales de palma de aceite para Colombia y la región.
- Cría *ex situ* de un polinizador para *E. oleifera*, insecto con potencial para mejorar el proceso de polinización del híbrido interespecífico OxG. Este procedimiento podría reemplazar el proceso manual actual, lo que disminuiría los costos de producción.

- Descarte de *Fusarium oxysporum* como responsable de la aparición de la enfermedad Marchitez Letal, asociada al PC, mediante el cambio de estrategias de manejo de la enfermedad.
- Descarte de materiales de *E. guineensis* como posibles fuentes de tolerancia a la enfermedad, con el consiguiente ahorro por no sembrar dichos materiales en sitios con alta incidencia de la enfermedad.
- Desarrollo de técnicas de marcadores moleculares estandarizados de uso rutinario en el laboratorio de caracterización molecular, mediante los cuales se generó información parcial de la variabilidad genética, bioquímica y fisiológica de materiales de *E. guineensis* y *E. oleifera*. Lo anterior constituye una herramienta valiosa para los procesos de selección del programa de fitomejoramiento y para la generación de paquetes de manejo agronómico de los diferentes materiales.
- Desarrollo de un método de manejo de la enfermedad PC en algunas zonas de Colombia, lo que constituye en una alternativa de manejo agronómico de una de las enfermedades más devastadoras del cultivo.
- Producción académica de un artículo publicado en una revista internacional, varios artículos publicados en revistas nacionales indexadas y otros en medios de difusión gremiales, así como informes técnicos del proyecto. Esto tuvo un importante efecto para el reconocimiento del CENIPALMA como un centro o grupo de investigación de excelencia (tipo A) por parte de Colciencias, lo cual constituye un significativo efecto institucional.
- Identificación de la técnica de microsatélites como la más adecuada para los desarrollos técnicos del laboratorio, mediante el cálculo de la relación beneficio-costo para cada una de las técnicas moleculares analizadas
- Formación de recurso humano: una tesis de maestría y una tesis de pregrado.
- Los avances técnicos anteriormente descritos le permitieron al CENIPALMA, además, participar en nuevas redes, celebrar convenios con otras instituciones nacionales e internacionales, participar en eventos, consolidar relaciones institucionales mediante visitas técnicas a laboratorios, plantaciones y universidades, todo lo cual contribuyó al fortalecimiento institucional del centro, como líder de la investigación de palma de aceite en la región.

Otros productos:

- Manual de laboratorio de caracterización molecular, que sirvió como base para el desarrollo del sistema de gestión de calidad.

El proyecto afrontó con éxito el cambio de su objetivo general, el cual era la búsqueda de un marcador molecular, cuyo descarte fue aconsejado en un taller de expertos. Esto mostró la flexibilidad del FONTAGRO para enfrentar este tipo de cambios.

3. Desarrollo tecnológico para el manejo post-cosecha de la guayaba en Colombia y Venezuela

Consortio

- CORPOICA (CIMPA), Colombia
- INIA (CIAE), Venezuela

Justificación

En Colombia y Venezuela existen más de 9000 familias de pequeños productores de guayaba, localizados en 15000 has, los cuales generan anualmente alrededor de US \$40 millones.

En Colombia, la fruta apoya una importante agroindustria rural con más de 100 fábricas de **bocadillo** (dulce compacto de guayaba), cuya producción anual se valora en alrededor de US \$20 millones. En Venezuela, además del consumo directo, la fruta se emplea en la industria de refrescos y productos procesados.

Las instituciones participantes -el INIA de Venezuela y CORPOICA de Colombia, con el apoyo del PROCIANDINO- identificaron el crítico problema de la guayaba en sus etapas de precosecha y poscosecha, lo cual incide en la calidad de la fruta y en su uso en la industria de alimentos. Esta situación se debe principalmente al bajo nivel tecnológico de las explotaciones y a problemas sanitarios.

Objetivo general

Buscar alternativas tecnológicas que mejoren el desempeño del sector **productivo e industrial** de la guayaba en los dos países y permitan ofrecer productos de mejor calidad.

Objetivos específicos

En relación con los puntos críticos de la precosecha y poscosecha:

- Efectuar la caracterización física y química de los materiales promisorios de guayaba.
- Desarrollar nuevos productos a partir de la guayaba.
- Realizar la transferencia de los resultados.
- Fortalecer las acciones de cooperación tecnológica de los países andinos.

Actividades

- En cuanto al componente de **precosecha**, se identificaron los puntos críticos en los dos países: en Colombia, el nivel de daño ocasionado por el picudo y la peca negra del fruto; y en Venezuela, el daño causado por la mota blanca y la podrición apical. Para cada uno, se llevaron a cabo trabajos de investigación con el propósito de establecer los niveles de daño, la distribución espacial y los métodos de control.
- En relación con la **poscosecha**, se efectuaron trabajos de investigación para dar mayor firmeza al fruto y prolongar su vida útil. También se investigó sobre el tipo de empaque más adecuado y sobre aspectos de almacenamiento.

- Se caracterizaron los materiales promisorios en tres pisos térmicos y pruebas de tipo industrial en la elaboración de bocadillo.
- En el componente **agroindustrial**, se llevaron a cabo trabajos de investigación para la formulación y estandarización de nuevos productos (sabajón de guayaba, gomas ácidas, arequipe), lo cual se complementó con estudios de evaluaciones sensoriales.
- Para la **transferencia de tecnología y diseminación del conocimiento**, se realizaron encuentros técnicos binacionales, días de campo, asistencia a congresos y ferias internacionales.
- Se formaron grupos multidisciplinarios con investigadores en ejercicio, jóvenes investigadores y consultores.
- Como resultado de estas interacciones, se formuló un nuevo proyecto para el FONTAGRO 2005.

Resultados e impactos esperados

- Identificación de dos especies de *Conotrachelus spp*, causantes de daños en frutos de guayaba, conocimiento del ciclo de vida y comportamiento, lo cual será básico para investigar sobre métodos de control que posibiliten disminuir los daños.
- Reconocimiento de dos enemigos naturales de control biológico de *Capulinia spp*, básico para el desarrollo de métodos de cría masiva para implementar programas de control biológico, que ayuden a mantener el equilibrio ecológico y conservar el medio ambiente.
- Recomendaciones sobre control biológico de *Conotrachelus spp*, con base en aplicaciones de *Beauveria bassiana*, lo cual se presenta como una buena alternativa para que a mediano plazo se reduzcan los niveles de población del insecto y, consecuentemente, los niveles de daños, estimados estos últimos en aproximadamente un 50% en tres años, con el consiguiente impacto económico.
- Sugerencias sobre la protección de frutos mediante el embolsado, con el fin de prevenir el ataque de *Conotrachelus psidi*, lo que permitirá reducir el daño en un 65%.
- Recomendaciones sobre la aplicación del método del embolsado del fruto para reducir los daños por *Pestalotia versicolor* en un 45%. Así se obtendrán frutos de mejor calidad y, consecuentemente, mejores precios e ingresos para los productores.

- Sugerencias para el control del daño por la pudrición apical del fruto, con base en la aplicación de nitrato de calcio más cloruro de calcio en el suelo. Esto redujo la incidencia del 32% al 0,18%, lo cual permite una importante recuperación en el nivel de producción y en la calidad del fruto.
- Diseño y construcción de un sistema mecánico para la pasteurización de la pulpa de la guayaba, lo cual podría aumentar en un 25% la eficiencia del proceso, por ahorro de tiempo y energía.
- Fichas técnicas con la caracterización físico-química de variedades promisorias de guayaba, lo cual ayudará a mejorar los productos en términos de estandarización y calidad.
- Recomendaciones para conservar y prolongar la vida útil de la fruta en postcosecha hasta por 12 días y así evitar pérdidas cercanas al 30% de la fruta en esta etapa.
- Desarrollo de tres nuevos productos derivados de la guayaba, con sus respectivas líneas de proceso y estudios de mercado: sabajón de guayaba, gomitas ácidas de guayaba y dulce de leche con guayaba.
- Recomendaciones sobre épocas oportunas de cosecha, de acuerdo con el piso térmico y parámetros físico-químicos. Esto permitirá reducir las pérdidas durante la comercialización y el transporte.
- Publicación de artículos técnicos sobre los avances y resultados anteriores; edición de un manual técnico; transferencia de resultados a los diferentes actores de la cadena, a través de publicaciones, talleres, simposios, congresos, seminarios, reuniones técnicas y encuentros.

Además, el proyecto permitió la integración interdisciplinaria, así como la de aspectos productivos y de desarrollo tecnológico, muy cerca de los procesos de innovación, los cuales son considerados como modelo para otros productos. También contribuyó a la integración tecnológica binacional.

4. Desarrollo del manejo sostenible de *Smilax* spp (planta medicinal) en ecosistemas naturales y en sistemas agroforestales en América Central: desde la producción a pequeña escala hasta la comercialización

Consortio

- Universidad de Costa Rica (UCR)
- Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN)
- Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE (Coordinador)

Asimismo, se contó con la colaboración de la Universidad de San Carlos, Guatemala; Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica; Museo Nacional de Costa Rica, Empresa Farmay, Guatemala; Jardín Agroecológico de Plantas Medicinales, Costa Rica; Universidad del Valle, Guatemala y otras instituciones técnicas privadas.

Justificación

En Mesoamérica, conforme crecen y extienden su influencia las comunidades humanas, los bosques disminuyen en extensión. Se calcula que para el decenio 1981-1990, la tasa de deforestación fue de 1.5% anual.

Una gran proporción de las plantas medicinales nativas del neotrópico son aprovechadas de forma silvestre en los bosques, relativamente con pocos ejemplos de cultivo de éstas. Entre los problemas que enfrenta la utilización de las plantas medicinales como materia prima para la industria, se pueden mencionar la disminución de su disponibilidad, la heterogeneidad de los materiales colectados y la sobre explotación.

El género *Smilax* constituye un recurso representativo en el contexto del uso de la biodiversidad del bosque neotropical, al que se le atribuyen muchos usos medicinales en América Central. A pesar de la relevancia y amplia distribución de esta especie, no se cuenta actualmente con criterios técnicos para su explotación comercial. El desarrollo de conocimientos para el

aprovechamiento de *Smilax* se presenta como una experiencia de valoración de los recursos del bosque, para su conservación y manejo sostenible.

Objetivo general

Promover el aprovechamiento sostenible y la comercialización de una planta medicinal nativa del trópico americano, con amplio uso tradicional por parte de las comunidades y por la industria fitofarmacéutica mundial.

Objetivos específicos

- Investigar la taxonomía y biología de las especies de *Smilax spp* en la región centroamericana, para desarrollar criterios silviculturales y establecer sistemas de aprovechamiento sostenible.
- Identificar las especies más promisorias del género.
- Diseñar pautas de manejo mediante dos vías: a) enriquecimiento y aprovechamiento sostenible en áreas naturales; y b) al mismo tiempo, el establecimiento de las especies o materiales promisorios como componentes en sistemas agroforestales.
- Promover la organización para la producción de *Smilax spp* e identificar los canales de comercialización.

Actividades

Realizar estudios en las siguientes áreas:

▲ Taxonomía

- Análisis químico
- Análisis de actividad biológica
 - Antiinfecciosa (antifúngica, antioxidante, antiséptica, antiprurítica, antisifilítica, antimalárica)
 - Otras (antiinflamatoria, antirreumática, cicatrizante, depurativa, diurética, tónica)
 - Bioensayos varios.

▲ **Ecología**

- Crecimiento
- Poblaciones naturales

▲ **Propagación**

- Seguimiento fenológico
- Ensayos de germinación
- Asexual
- De crecimiento

▲ **Difusión**

- Talleres, congresos, seminarios, cursos.

Resultados e impactos esperados

- **Crecimiento y fenología:** se obtuvieron características morfológicas de la población silvestre de *Smilax*, así como la fenología de la llamada “zarzaparrilla” de Guatemala, las cuales son útiles para las recomendaciones de cultivo y manejo, tanto en sistemas agroforestales como en ecosistemas naturales.
- **En taxonomía,** los resultados muestran con claridad los principales materiales de *Smilax* que pueden comercializarse en los países del proyecto y las diferencias de todas las especies del género. Estos eran los principales obstáculos definidos para la promoción del género *Smilax* con fines comerciales.
- En cuanto a **propagación y sistemas productivos**, los esfuerzos se enfocaron en la evaluación de técnicas de multiplicación asexual. Se avanzó en la determinación de criterios básicos para la propagación por medio de estacas y de trozos de rizoma y en el desarrollo de técnicas de propagación ***in vitro***, lo cual avala la estrategia de rescatar materiales genéticos valiosos por medio de esta técnica, tanto para *Smilax spp* de rizoma como de raíz, lo que generó una oferta de materia prima más uniforme y con mejor control de calidad.
- Respecto de las poblaciones naturales que puedan servir para la recolección de materia prima o de propagación, si bien se identificaron poblaciones interesantes y se documentó mejor la distribución de las especies, se concluyó que es difícil contar con rodales densos de *Smilax*, lo cual indica el peligro del extractivismo de este recurso, dada

la reforestación permanente de las áreas no protegidas. Sin embargo, la información para el manejo de poblaciones naturales de *Smilax* posibilita la incorporación de la especie en sistemas de manejo forestal, lo que da valor al bosque y participación económica a las comunidades de forma sostenible.

- A nivel terapéutico, se aportó información valiosa sobre la actividad biológica de diferentes especies de *Smilax*. Esto facilitó la investigación de su potencial para este fin y para el desarrollo de nuevos productos médicos.
- Los extractos de las principales raíces y rizomas de *Smilax* consumidos en Costa Rica, Nicaragua y Guatemala no mostraron síntomas preocupantes de toxicidad en el nivel de consumo sub-crónico.

Todos los avances logrados en el proyecto hacen de *Smilax* un recurso importante para ser incluido en sistemas productivos agroforestales, de plantación forestal o de enriquecimiento en áreas específicas dentro de unidades de manejo sostenible de bosques naturales.

5. *Diseminación por embriogénesis somática a gran escala en América Central y República Dominicana de variedades F₁ mejoradas de Coffea arabica y de la variedad portainjerto (Nemaya), tolerantes a las principales enfermedades y plagas y de alta productividad*

Consortio

- IICA/PROMECAFE
- Instituto del Café (ICAFE), CATIE, Costa Rica
- Instituto Hondureño del Café (IHCAFE)
- CIRAD, Francia
- Fundación Salvadoreña para la Investigaciones del Café (PROCAFE), El Salvador
- Asociación Nacional del Café (ANACAFE), Guatemala

Justificación

El café es el primer producto agrícola de exportación en el comercio mundial, siendo el cultivo de la especie Arabica la principal fuente de divisas de los países de Centroamérica. Como tal contribuye mucho a la estabilidad social del sector rural de dichos países. Debido a la base genética inicial muy estrecha y a una reproducción autógena, las variedades tradicionales del café arábica cultivado en la región tienen un comportamiento homogéneo en relación con las principales plagas y enfermedades (roya y nemátodos). Se calcula que sólo la roya causa pérdidas de más del 20% en la producción. Los nemátodos, por su parte, causan pérdidas de plantas de hasta un 100% en Guatemala y El Salvador y disminuciones de la producción en un 10% en Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Adicionalmente, los caficultores utilizan pesticidas tóxicos, con los consecuentes problemas medioambientales.

El nuevo concepto del programa de mejoramiento genético del PROMECAFE se basa en la hibridación de las mejores variedades locales con las de origen silvestre disponibles en el germoplasma del CATIE. Junto con el uso de una variedad porta-injerto, se pretende resolver genéticamente el problema de la susceptibilidad a plagas y enfermedades, lo cual permitiría reducir notablemente el uso de pesticidas y nematocidas. Desde 1999, cuatro países centroamericanos (Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Costa Rica) con el apoyo del PROMECAFE, el CATIE y el CIRAD, iniciaron la siembra de ensayos de clones de híbridos F1 de Coffea arabica, los cuales son el fruto de varios años de cooperación del CIRAD y del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) con PROMECAFE y el CATIE.

Objetivo general

Desarrollar variedades nuevas, más vigorosas que las tradicionales, cruzando estas últimas con variedades silvestres de Etiopía, con el fin de mejorar la productividad, la resistencia y la calidad de café.

Objetivos específicos

- Establecer una red regional de ensayos y evaluación en asociación con lo productores de las mejores variedades F_1 de *Coffea arabica* y de la variedad porta-injerto “Nemaya” o baja.
- En el CATIE, validación en el nivel pre-industrial y transferencia de la técnica de micropropagación: embriogénesis somática y aclimatación masiva de las vitroplantas en condiciones *in vitro*.

Actividades

▲ Cultivo *in vitro*

- Ensayos y parcelas de adaptación distribuidos así:
 - Costa Rica: 3 ensayos
18 parcelas
 - Honduras: 7 ensayos
 - El Salvador: 5 ensayos
 - Guatemala: 4 parcelas

▲ Cuatro talleres nacionales y regionales de catación

▲ Actividades posteriores al proyecto (sin el FONTAGRO):

- Validación comercial y socialización.
- Seguimiento a los ensayos en campo.
- Planes para la multiplicación regional.
- Protocolo del cultivo.
- Pruebas organolépticas.
- Derechos de propiedad y uso de los materiales.

Resultados e impactos esperados

Actualmente se cuenta con los siguientes resultados:

- Tres híbridos F_1 seleccionados para pasar a la etapa de validación semi-comercial en el campo. En cuatro cosechas, estos materiales han mostrado un nivel de productividad superior al de las variedades tradicionales hasta en un 150%, siendo también más vigorosos, más altos y con bandolas más largas. También existen seis híbridos preseleccionados para continuar el trabajo.

- A nivel metodológico, en cultivos *in vitro* se dispone de la metodología de la multiplicación del CATIE como alternativa confiable de producción comercial y un marco favorable para multiplicación de los híbridos (clones) en el futuro.
- En cuanto a la catación, los híbridos seleccionados producen café de la misma calidad organoléptica que las variedades tradicionales. Además, existe la posibilidad de aumentar la calidad del café de zonas bajas, dado que los híbridos seleccionados parecen adaptarse bien a estas condiciones, con el consecuente efecto sobre el nivel de producción y los precios.

A partir del 2000, la contribución del FONTAGRO permitió continuar con las parcelas establecidas y sembrar nuevos experimentos para verificar el comportamiento de los clones potenciales.

En general, se espera de estos híbridos importantes efectos e impactos en cuanto a mayor productividad, mejor calidad y disminución de costos en toda la caficultura centroamericana.

6. Desarrollo de cultivares de plátano y banano de consumo local resistentes a la sigatoka negra para América Latina

Consortio

- INIBAP (Líder)
- CATIE
- Universidad de Medellín, Colombia
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, (CINVESTAV), México

Justificación

El cultivo del plátano es uno de los rubros agrícolas de mayor importancia económica y social en la franja tropical y subtropical de ALC, además de la cuarta cosecha más importante del mundo. En la actualidad, ALC sólo exporta el 1% de lo producido.

Uno de los principales problemas tecnológicos que aqueja al cultivo del plátano lo constituye la sigatoka negra, la cual produce grandes pérdidas por bajo rendimiento y maduración prematura del fruto, lo que conduce también al uso intensivo de pesticidas por parte de los productores grandes y medianos. Cuando el uso de estos insumos es excesivo, especialmente en bananos de exportación, se acelera la aparición de cepas resistentes, lo cual, a su vez, ocasiona bajas en las exportaciones, daños en el medio ambiente y en la salud. Por otro lado, los pequeños productores no pueden cubrir los altos costos requeridos para el control químico.

Objetivo general

Contribuir al mejoramiento de la producción de plátano en ALC, mediante el uso de nuevos cultivares resistentes a la sigatoka negra, generados por métodos de mejoramiento no tradicionales.

Objetivos específicos

- Generar cultivares de plátano resistentes a la sigatoka negra mediante transformación genética.
- Desarrollar un sistema de evaluación rápida de resistencia a la sigatoka negra de cultivares de plátano y banano, bajo condiciones controladas de invernadero.

Actividades

- Mantenimiento y renovación de suspensiones celulares.
- Construcción de vectores con genes de defensa contra la sigatoka negra.
- Transformación genética de células embriónicas, de cultivares de plátano y regeneración de plántulas.
- Evaluación agronómica de la resistencia a sigatoka negra de las plantas transgénicas obtenidas.
- Construcción de una micoteca de cepas.

Resultados e impactos esperados

- Se estableció una metodología reproducible y confiable en la obtención de suspensiones celulares del plátano falso cuerno, aptas para la transformación genética. Dicha metodología permitirá transferir el protocolo de trabajo a otros centros de investigación y laboratorios interesados. También facilitará las actividades de mejoramiento no convencional, así como la renovación y siembra de plantaciones con material sano y mejorado. Además, se mejoró el equipo del laboratorio del cultivo de tejidos y se capacitaron estudiantes en estas técnicas.
- Se establecieron protocolos para la construcción de vectores que contienen genes de defensa contra la sigatoka negra, los cuales también son transferibles a la mayoría de laboratorios de ALC que estén en capacidad de trabajar en experimentos de transformación genética.
- Se desarrollaron protocolos para la transformación genética, aplicables no sólo a plátano sino también a banano, que además podrían adaptarse a otros cultivos.
- Se desarrollaron metodologías que permitieron la transformación de células y la regeneración de embriones con una alta eficiencia. La regeneración de embriones había sido un cuello de botella, pero con los ensayos efectuados, se logró el desarrollo de embriones a plántulas.
- Un producto adicional del proyecto fue la alianza y nuevas cooperaciones establecidas entre los diferentes miembros del grupo participante, no sólo en el intercambio de información y nuevos proyectos de investigación conjunta, sino también por el intercambio de estudiantes en pasantías y facilidades para estudiantes de doctorado.

Los anteriores productos parciales son significativos por su tendencia a alcanzar el objetivo de obtener una planta transgénica de plátano. En cuanto al objetivo de desarrollar un sistema de evaluación rápida de resistencia a sigatoka negra, se desarrollaron tres metodologías para la evaluación de resistencia / susceptibilidad a sigatoka negra de plantas de plátano falso cuerno, las cuales pueden ser replicables en cualquier país de Asia o Centroamérica, dada la relativa facilidad de manejo y el alto grado de certeza de la prueba. Todo ello constituye un gran aporte científico para el manejo y combate de esta enfermedad.

7. Capacitación e investigación para el manejo integrado de la sigatoka negra del Plátano en América Latina y el Caribe

Consortio

- INIBAP, Costa Rica
- CATIE, Costa Rica
- Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Costa Rica
- INIA, Venezuela
- INIAP, Ecuador
- Centro Nacional de Investigación Agrícola y Forestal (CENIAF), República Dominicana
- UNAN, Nicaragua
- CORPOICA, Colombia
- Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca y Fruticultura Tropical (CNPMT) (EMBRAPA), Brasil, con el patrocinio del INIBAP

Todos los miembros son socios de la Red MUSALAC.

Justificación

El cultivo del plátano abarca una extensión aproximada de 2.3 millones de hectáreas, con una producción anual estimada de 18.3 millones de toneladas métricas, de las cuales un 40% es producida en ALC, en donde el cultivo es de gran importancia desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y el ingreso de aproximadamente 20 millones de personas, principalmente productores. ALC es la región más productora del mundo, con 7.3 millones de toneladas anuales, y de esta cantidad se exporta apenas el 1%¹.

La producción está amenazada por la sigatoka negra, cuya presencia obliga un uso intensivo de funguicidas, especialmente por medianos y grandes productores. Los pequeños productores, por su parte, no pueden cubrir los costos que implica el control químico y reciben poca asistencia técnica, por

¹ El plátano es, además, un alimento fundamental en la dieta latinoamericana, así como fuente de ingresos para millones de pequeños agricultores en la región.

lo cual su sistema de producción se considera de baja tecnología y poca inversión en insumos. Las pérdidas ocasionadas por la sigatoka negra en ALC pueden llegar hasta un 50% si no se controla la enfermedad. A pesar de su importancia económica y social y del problema técnico existente, muy poca investigación básica y aplicada se ha conducido sobre este cultivo para detener la disminución en la producción debida a sigatoka negra.

Objetivo general

Desarrollar estrategias de manejo integrado de la sigatoka negra para mejorar la producción y calidad del plátano en ALC.

Objetivos específicos

- Capacitar personal en ALC en el reconocimiento de *Mycosphaerella fijiensis*, metodología de investigación en sigatoka negra, técnicas de evaluación de la enfermedad, uso de equipos de fumigación y análisis de información epidemiológica.
- Desarrollar investigación en varios países de ALC que genere la información necesaria para el manejo integrado de la sigatoka negra, según condiciones específicas de cada región.
- Distribuir, multiplicar y validar el comportamiento de plátanos híbridos resistentes a sigatoka negra en los países del consorcio.
- Difundir y transferir los conocimientos generados por el proyecto a los productores de plátano de cada país, y a la comunidad técnica y científica de ALC.

Actividades

▲ De capacitación

- Taller para la capacitación en reconocimiento de *M. fijiensis*, métodos de evaluación de la enfermedad, manejo de la enfermedad, monitoreo de resistencia a funguicidas y análisis de información epidemiológica.
- Taller de capacitación en técnicas modernas para el monitoreo de resistencia a funguicidas y para el crecimiento y reproducción *in vitro* de *M. fijiensis*.

- Taller final para presentación de resultados e intercambio de experiencias.
- Incorporación de estudiantes tesistas (licenciatura y maestría) a proyectos de investigación.

▲ **De educación**

- Tres maestrías.
- Diez estudiantes de nivel de licenciatura e ingeniería agropecuaria.

▲ **De investigación**

- Evaluación de sistemas de cultivo de plátano, basado en el preaviso biológico, con uso racional de funguicidas.
- Evaluación de prácticas para la reducción del inóculo interno y su efecto sobre el control de sigatoka negra.
- Estudio de la epidemia de sigatoka negra y su relación con factores climáticos.
- Determinación de la línea base de sensibilidad a funguicidas.

▲ **De difusión**

- Días de campo.
- Publicaciones.
- Congresos y reuniones científicas.

Resultados e impactos esperados

Con respecto a la **capacitación**, se abarcaron aspectos tanto científicos como técnicos, relacionados con el conocimiento de la biología, epidemiología del patógeno y manejo de la enfermedad. Se promovió, además, la adquisición de nuevos conocimientos, por ejemplo, las técnicas para el crecimiento, reproducción y conservación *in vitro* de *M. fijiensis* y el monitoreo de sensibilidad a funguicidas, las cuales serán de gran valor científico para las instituciones participantes.

En relación con las actividades de **investigación**, se muestran los siguientes avances:

- No se determinaron incrementos en la infección de sigatoka negra con el aumento de la densidad poblacional y, a pesar de que suben los costos, también lo hacen los beneficios, de tal manera que los beneficios netos son mayores.

- En cuanto a la evaluación de prácticas, se determinó que la deshoja sanitaria (apilamiento de las hojas o apilamiento más aplicación de urea) redujo la severidad de la sigatoka negra, pero sin aumentos en la producción y con incrementos en los costos de producción. Sin embargo, en Colombia y Panamá podría considerarse como una práctica recomendable en períodos de mayor presión de la enfermedad.
- En varios países se construyen curvas de progreso de la sigatoka negra en relación con el clima, conocimiento que no existía fuera de los países bananeros. El resultado podría servir para predecir el desarrollo de la enfermedad y ahorrar costos en su combate.
- Se demostró la existencia de aislamientos resistentes a fungicidas en varios países y los niveles críticos después de los cuales la aplicación de fungicidas no funciona bien. Ello indica la necesidad de capacitar a los agricultores en el uso de estos agroquímicos para prevenir el desarrollo de la resistencia o evitar que ésta continúe aumentando

En general, se creó una base de conocimiento de gran valor científico y económico para cada participante en el consorcio y se incrementó el número de especialistas en el manejo de la sigatoka negra.

8. *Desarrollo de micoinsecticidas para el manejo integrado de la mosca blanca (Bemisia tabaci) en cultivos forestales y hortícolas en zonas neotropicales*

Consortio

- CATIE
- CORPOICA

Justificación

En el ámbito mundial, existen alrededor de 1200 especies de mosca blanca, con presencia de por lo menos 30 especies en Mesoamérica. Las más comunes e importantes son la *Bemisia tabaci* y la *Trialeurodes vaporariorum*. La primera se

presenta desde el nivel del mar hasta los 2400 msnm, en campo, invernaderos, plantas ornamentales y muchos cultivos. Los daños directos se refieren a la extracción de savia y debilitamiento de las plantas, y los indirectos, a las alteraciones fitotóxicas, fumaginas y por ser vector de varios tipos de virus. Todo lo anterior la convierte en la principal plaga agrícola mundial.

Objetivo general

Desarrollar micoinsecticidas para el control de *B. tabaci* en formulaciones efectivas para contribuir al desarrollo de sistemas de producción sostenibles de hortalizas (tomate) y frutales (melón) en América Central y Colombia.

Objetivos específicos

- Recolectar y aislar hongos entomopatógenos nativos, a partir de individuos de *B. Tabaci* infectados en campo.
- Seleccionar los aislamientos con alta actividad biocontroladora sobre *B. tabaci*.
- Realizar estudios de producción masiva y formulación con los aislamientos seleccionados.
- Evaluar la actividad biocontroladora y la eficacia de las formulaciones en el laboratorio y en el campo.
- Incorporar y evaluar el uso de los micoinsecticidas en programas de manejo integrado de *B. tabaci*.

Actividades

- Búsqueda y recolección de hongos entomopatógenos con potencial, en zonas productoras de melón y tomate, tanto en Costa Rica como en Colombia.
- Conservación de la virulencia, a través de un método novedoso (aceite de canola hidrogenado).
- Selección de aislamientos de acuerdo con su eficacia contra *B. tabaci*.
- Estudios de producción masiva y formulación de los aislamientos seleccionados.

- Estudios de eficacia en el laboratorio y en el campo de la actividad biocontroladora de las formulaciones desarrolladas.
- Incorporación y evaluación del uso de los micoinsecticidas en programas de manejo integrado de *B. tabaci*.
- Evaluación económica de nueva tecnología.
- Divulgación: investigación participativa, jornadas de capacitación y sensibilización, congresos y talleres.

Resultados e impactos esperados

A la fecha se dispone de:

- Una colección de hongos entomopatógenos aislada directamente de mosca blanca. Dicha colección da la posibilidad de mantener un banco de germoplasma de hongos para realizar pruebas de patogeneidad en otras plagas.
- Aislamientos de hongos entomopatógenos seleccionados por su virulencia superior contra *B. tabaci*, de importancia para futuros desarrollos investigativos.
- Estudio de la efectividad de diferentes granos como sustrato de producción.
- Estudio de sustratos y medios alternativos para la reproducción de aislamientos promisorios.
- Generación de prototipos de formulación para los aislamientos seleccionados.
- Evaluación de la efectividad de las formulaciones desarrolladas, bajo condiciones controladas.
- Evaluación de la eficacia de las formulaciones desarrolladas, bajo condiciones de campo en parcelas de tomate y melón.
- Comparación de la rentabilidad de uso de las formulaciones dentro de un sistema de manejo integrado de plagas en tomate y melón, con parcelas de manejo convencional.

Con el propósito de combatir la mosca blanca, considerada como la principal plaga agrícola mundial, en especial la *B. tabaci*, el proyecto logró entre otros productos, un método novedoso de conservación de la virulencia (aceite de canola hidrogenizado), además de la selección de una

cepa efectiva para el control de la plaga. Ello podría ayudar a reducir el uso de insecticidas sintéticos y, a su vez, la contaminación del ambiente, lo mismo que los residuos en los vegetales afectados por la plaga. Además, el uso de las formulaciones desarrolladas permite la supervivencia de los enemigos naturales de la mosca blanca, en pro del equilibrio ecológico. Se estimó importante, además, seleccionar los mejores resultados mediante el empleo de herramientas económicas, en especial, la relación beneficio-coste, lo cual le da mucha solidez al trabajo y sobre cuyo uso se generó una publicación técnica.

Luego de demostrar que es factible realizar un manejo integrado del problema de mosca blanca con bajos insumos químicos y retornos monetarios iguales o superiores a los obtenidos mediante el manejo tradicional de altos insumos químicos, queda abierta la posibilidad de incursionar en mercados-nicho para productos de la agricultura orgánica o ecológica. Para la industria privada, los resultados pueden hacer atractivas la producción y la comercialización del micoinsecticida generado como alternativa al manejo con químicos.

9. Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan

Consortio

Alianza informal entre las siguientes entidades:

- INIA, Uruguay (líder del proyecto)
- INTA, Argentina
- EMBRAPA, Brasil
- INIA, Chile
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), México
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) / Dirección de Investigación Agrícola (DIA), Paraguay

Justificación

En el Cono Sur se siembran alrededor de 9 millones de ha de trigo, con dos zonas epidemiológicas para las royas en la región, separadas por la Cordillera de los Andes, aunque existe migración de razas de los patógenos entre ambas zonas. La roya de la hoja es una de las enfermedades más importantes del cultivo de trigo en la región, la cual causa grandes pérdidas económicas si no se utiliza el control químico. El costo del control por el uso de funguicidas se estima en US\$ 50 millones anuales; además, provoca pérdidas considerables en el volumen de la producción estimado en 5% a 15% cada año y deterioro en la calidad comercial del producto, debido a que se reduce el tamaño del grano y el peso hectolítrico. Actualmente, la resistencia a roya de la hoja y roya estriada en cultivos comerciales es poco durable. Se deben monitorear frecuentemente los cambios de comportamiento de dichos cultivares, pero se deben conocer mejor algunos aspectos epidemiológicos y de dinámica de poblaciones que aún no se entienden claramente.

Objetivo general

Contribuir a la estabilidad de la producción de trigo al reducir las pérdidas de producción y el impacto sobre la calidad industrial del grano ocasionado por las royas. Al mismo tiempo, reducir la necesidad de controlar estas enfermedades por medio de funguicidas, disminuir los costos de producción y mejorar el medio ambiente.

Objetivos específicos

- Identificar y distribuir fuentes de resistencia durable a royas.
- Monitorear el comportamiento de las royas en cultivares comerciales.
- Estudiar la epidemiología de los patógenos causantes de la roya en el ámbito regional.
- Crear un vivero regional de trigo, con características de resistencia a las royas en estado de planta adulta.

Actividades

- Selección de germoplasma con resistencia a royas de la hoja, estriada y del tallo.
- Organización y evaluación de viveros.
- Identificación de fuentes de resistencia a royas de la hoja y roya estriada.
- Recolección de muestras de royas de la hoja de cultivos y viveros trampa.
- Estudios de variabilidad patogénica de *Puccinia triticina*.
- Conservación de aislamientos de razas con diferente combinación de virulencia
- Reuniones de planificación de actividades y de difusión de resultados.
- Publicación de resultados.

Resultados e impactos esperados

- Identificación y distribución a programas de mejoramiento de la región de materiales con posibles fuentes de resistencia durable a royas de la hoja y estriada. A mediano plazo, obtención de cultivares comerciales de trigo con este tipo de resistencia. Con ello se puede lograr la disminución de pérdidas de producción y de calidad de trigo, disminución del uso de fungicidas y una menor contaminación ambiental.
- Se dispone de información sobre el comportamiento de cultivares comerciales frente a royas y cambios asociados a la aparición o cambio de frecuencia de razas virulentas, lo cual facilita a los productores elegir mejores cultivares y predecir la probabilidad de emplear el control químico, en el caso de uso de cultivares susceptibles. También se cuenta con información sobre las razas presentes en la población de *Puccinia triticina* (agente causal de la roya del trigo) y su dinámica, la cual puede ser usada directamente por los programas de mejoramiento para selección por resistencia.
- Conservación de las razas de *P. triticina*, disponibles para caracterizar el comportamiento de cultivares y germoplasma en general, lo mismo que para realizar estudios de la base genética de la resistencia.

- Fortalecimiento de la coordinación de investigaciones e intercambio de información entre instituciones, a través de reuniones de programación y de difusión de resultados y visitas técnicas.

El proyecto demostró la validez del enfoque regional para atacar este tipo de problemas que producen altas pérdidas económicas y sociales y que afectan grandes áreas productivas.

10. Desarrollo de una estrategia para la obtención de resistencia durable a *Pyricularia grisea* en arroz en el Cono Sur

Consortio

- INTA, Argentina
- INIA, Uruguay
- CIAT, Colombia
- Purdue University, Estados Unidos

Justificación

El Cono Sur arrocerero (Brasil, Argentina y Uruguay) se distingue por ser mayormente un sistema irrigado, de alta productividad y alta seguridad de cosecha, todo lo cual significa un sistema de alta inversión. La producción de estos tres países representa el 65% de la producción de toda ALC. El enemigo común de este sistema es el hongo *Pyricularia grisea*, que se distingue por presentarse de forma no predecible pero devastadora, de tal manera que una vez realizada toda la inversión en el cultivo y luego de que se presenta la enfermedad, ya no hay mucho para hacer. Las consecuentes pérdidas económicas van desde la reducción en la calidad del producto final hasta disminuciones de más del 80% en los rendimientos.

Por lo anterior, el Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur (PROCISUR) financió la realización de un taller de trabajo sobre la resistencia estable al “quemado del arroz” (*blast*), con la hipótesis de “exclusión de linajes”, la cual propone juntar genes en una variedad para obtener una resistencia más durable.

Objetivo general

Establecer líneas avanzadas de materiales elite, que contengan un conjunto de genes que le confieran un espectro de resistencia durable a todos los linajes (protección a largo plazo).

Objetivos específicos

- Describir la estructura y diversidad genética de la población del patógeno (linajes).
- Identificar genes de resistencia que excluyan los linajes detectados.
- Identificar marcadores moleculares para selección asistida por resistencia.
- Desarrollar una base de datos sobre el patógeno.

Actividades

- Caracterización de la población mediante la extracción del ADN del hongo.
- Identificación y clasificación de linajes.
- Identificación de genes de resistencia
- Incorporación de los genes de resistencia en variedades susceptibles.
- Talleres, congresos y publicaciones.

Resultados e impactos esperados

- Caracterización molecular con marcadores moleculares.
- Definición de la variabilidad existente en el patógeno.
- Identificación de los linajes presentes en cada país.
- Definición de la distribución geográfica de los linajes.

- Identificación de linajes no patogénicos sobre otras gramíneas.
- Caracterización, por patogeneidad, de aislamientos representativos de los linajes.
- Identificación de las posibles fuentes de incompatibilidad (genes de resistencia)
- Introducción de las fuentes de resistencia elegidas en material elite común a todos los países.
- Identificación de los marcadores moleculares ligados a las fuentes de resistencia para su uso en el proceso de selección.
- Se desarrollaron líneas NIL (*near isogenic lines*) con los diferentes genes de resistencia (CIAT).

La caracterización de las poblaciones del patógeno es el paso ineludible para identificar la estructura genética y patogénica e identificar los genes en el arroz que le otorgan incompatibilidad. Con esa información disponible, los alelos de resistencia pueden ser introducidos en los cultivares elite, conferir una resistencia de mayor espectro y, consecuentemente, más durable. Así se contribuye a una producción más sostenible del cultivo.

Asimismo, se cuenta con profesionales capacitados en diferentes áreas. También se difundieron los resultados a través de presentación de trabajos en congresos y mediante publicaciones.

Todos los productos anteriores, mayormente científicos o intermedios, permiten alcanzar el objetivo principal de establecer líneas avanzadas de materiales elite, los cuales contienen un conjunto de genes que le confieren un espectro de resistencia a todos los linajes presentes, lo que protegerá por más tiempo los cultivares que surjan de la evaluación agronómica.

11. Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de la calidad sanitaria de especies acuícolas de importancia económica en América Latina a través de terapias de inducción de inmunidad natural

Consortio

- Ejecutor líder: Biodinámica S.A., Chile
- Coejecutores: Universidad de los Llanos, Colombia
Universidad Nacional Experimental del Tachira, Venezuela
- Ejecutor asociado: Hefesa Ltda., Chile

Este consorcio se constituyó en la primera alianza público-privada en los proyectos financiados por el FONTAGRO, y fue liderada por una empresa privada.

Justificación

Actualmente los países del ALC exportan alrededor de US\$ 3500 millones en productos acuícolas y emplean más de 100.000 personas en esa actividad, cuya producción crece cerca del 11% anual. En total, las pérdidas por patologías en las industrias de la salmonicultura, camaricultura y cultivo de especies tropicales superan los US\$ 200 millones anuales. El virus de la mancha blanca causa grandes pérdidas en la producción, cuyo control clásico incluye antibióticos para el control bacterial y vacunas. En el proyecto se busca investigar el efecto de inmunoestimulantes orales o inyectables de origen natural, ya desarrollado por la empresa Biodinámica, pero ahora enfocado a especies tropicales.

Objetivo general

Desarrollar un programa de inmunoprofilaxis para fortalecer y potenciar la respuesta inmunológica y así mejorar las características zoonosanitarias en cultivo de las siguientes especies acuícolas: salmonídeas, tropicales, tanto nativas como introducidas (cachama blanca, negra y tilapias) y camarón blanco.

Objetivos específicos

- Obtener un diagnóstico de susceptibilidad a enfermedades, factores que la influyen y potencialidad de aplicación de inmunoterapia durante el cultivo de peces y camarones.
- Estudiar la prefactibilidad del uso de inmunopprofilaxis en especies de peces tropicales y diseñar estrategias para su aplicación.
- Optimizar, adaptar y formular inmunoterapia en peces y camarones.
- Evaluar el efecto de inmunoterapia en condiciones productivas usando ensayos de campo en salmones y cachamas blancas.

Actividades

- Taller de planificación en Puerto Montt (Chile) con los investigadores principales, asesores e invitados de la industria acuícola.
- Diagnóstico de susceptibilidad a enfermedades, factores que influyen y potencialidad de aplicación de inmunoterapia durante el cultivo de peces y camarones.
- Bioensayos de inocuidad en salmones, tilapia y cachama.
- Estudios de prefactibilidad de incorporación de alimentos.
- Bioensayos de campo en salmones y cachamas blancas
- Bioensayos de desafío para salmón y camarones.
- Bioensayos de desafío en cachamas.
- Actividades de difusión.
- Estudios sobre impactos económicos sociales y ambientales.

Resultados e impactos esperados

- Transferencia a los investigadores de conocimientos sobre acuicultura de las especies en estudio: patologías, susceptibilidad a enfermedades y factores que influyen en el cultivo; acuicultura de otras especies de importancia económica y social, que pudieran abordarse en estudios futuros.

- Documentos con resultados del diagnóstico de la acuicultura regional.
- Conformación de un **grupo de investigación** en el nivel latinoamericano, con interés en el desarrollo y potenciación de técnicas de inmunoprofilaxis para la acuicultura.
- Fabricación y envasado de prototipos de inmunoterapia inyectable y oral.
- Estudio efectos colaterales.
- Diseño de protocolos para la aplicación de inmunoterapia en cachama blanca, cachama negra y tilapias.
- Formulación de inmunoterapia para salmones, peces tropicales y camarones.
- Productos de inmunoterapia probados en estanques de producción comercial, con resultados positivos en cuanto a parámetros sanitarios y productivos.

Los resultados demuestran que los productos inmunoestimulantes desarrollados por Biomédica son inocuos y seguros para especies tropicales, como tilapias y cachamas, sin mostrar efectos adversos en ninguna de las condiciones ensayadas. Adicionalmente, en bioensayos con cachamas se encontró un mayor consumo de alimento con bioestimulantes durante el período evaluado, lo cual demuestra la factibilidad técnico económica para la incorporación de este tipo de productos en programas sanitarios acuícolas.

Por otra parte, la aplicación de inmunoprofilaxis en salmónidos se mostró como una técnica efectiva para la profilaxis y atenuación del Síndrome Rickettsial del salmón ya que su aplicación aumenta significativamente la sobrevivencia de los peces frente a desafíos experimentales con la bacteria y retarda el curso de la enfermedad. Resultados parecidos se obtuvieron para el caso de los camarones.

Los estudios de campo realizados en salmónidas (truchas) corroboraron los resultados de los bioensayos en salmones y se observó una reducción de las mortalidades y mejores parámetros productivos.

Cada uno de los participantes en el consorcio recibirá grandes beneficios:

- ▲ La Universidad puede expandir sus áreas de docencia, disponer de mejor infraestructura y elaborar tesis sobre el tema.

- ▲ La empresa privada podrá disponer de una mayor diversificación en el uso de bioestimulantes y modelos de negocios.
- ▲ La parte científica contará con buenos modelos para especies tropicales.
- ▲ En cuanto al impacto económico, se espera una disminución en las pérdidas (costos) y un aumento en la rentabilidad.
- ▲ En lo social, habrá menores riesgos y mejores empleos.
- ▲ En lo ambiental, se dispondrá de productos ambientalmente sanos y mejor calidad (trazabilidad).

12. Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del Río de la Plata y la Patagonia: desarrollo de sistemas de evaluación y pronóstico de la productividad primaria

Consortio

- Ejecutor: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía
- Ejecutores asociados:
 - INTA, Instituto de Clima y Agua, Argentina
 - Universidad Nacional de Mar de Plata, Facultad de Ingeniería, Argentina
 - Universidad Nacional del Comahue, Centro Universitario Regional Viedna, Argentina
 - Universidad de la República, Facultad de Ciencias, Uruguay, Facultad de Agronomía, Facultad de Ciencias Sociales.
 - Secretariado Uruguayo de la Lana.
 - Laboratorio del Departamento de Ciencias del Ecosistema de Tierras de Pastoreo y Ecología de los Recursos Naturales de la Universidad del Estado de Colorado, EE.UU.
 - Departamento de Elaboración de Modelos Ecológicos, Alemania.

Justificación

Los pastizales y arbustales cubren más del 70% de la región templada de Argentina y Uruguay, en la cual predomina la ganadería vacuna y ovina. A medida que las mejores tierras de la región se vuelcan a la agricultura continua,

la ganadería se circunscribe a tierras de menor aptitud en las que dicha vegetación natural (pastizales y arbustales) es el principal recurso forrajero. Por ello, es necesario el desarrollo eficiente y sostenible de la vegetación natural de las tres regiones ganaderas más importantes del sur de Sudamérica, como son los pastizales del Río de la Plata, el Monte y la Estepa Patagónica. Las explotaciones ganaderas de estas regiones atraviesan una profunda crisis ecológica y económica que vuelve urgente el desarrollo de nuevas tecnologías de producción. El proyecto propone basar dicha transformación en un conjunto de tecnologías que permitan caracterizar, comprender y pronosticar la producción y oferta de forraje de los ecosistemas involucrados.

Objetivo general

Caracterizar a escala regional y de establecimiento, los recursos forrajeros en los pastizales del Río de la Plata y la Patagonia y desarrollar sistemas de pronóstico de la productividad primaria de fácil acceso al productor. La meta es poner a disposición de productores, técnicos, funcionarios y políticos información especialmente explícita acerca del estado y probabilidad de cambio de los recursos forrajeros, así como el impacto que el uso de tal información tiene en la economía de empresas ganaderas y del sector primario, al mejorar la base sobre la cual se toman decisiones de manejo, empresariales y / o de política sectorial. Para ello se combinarán el uso de información provista por sensores remotos con datos de campo y modelos de simulación.

Objetivos específicos

- Caracterizar la relación IVN (índice verde normalizado) – PPNA (productividad primaria neta aérea) y estimación del coeficiente de conversión de energía y biomasa para distintos recursos forrajeros y ambientales.
- Caracterizar el uso de la tierra en la región de estudio.
- Caracterizar la PPNA promedio y su variación estacional e interanual de toda la región.
- Implementar en establecimientos rurales de distintas áreas y sistemas de producción, las estrategias de manejo que optimicen el uso de la información de los objetivos anteriores en términos económicos, sociales y ambientales.

- Implementar un sitio en Internet con la información generada.
- Implementar cursos de capacitación en distintos niveles.
- Comparar áreas de clausuras-pastoreo a lo largo del gradiente ambiental de la región de estudio.
- Evaluar la desertificación en la región patagónica.
- Controlar factores ambientales en la Patagonia.
- Evaluar el objetivo del pastoreo a largo plazo sobre la PPNA y la circulación de nutrientes en los pastizales del Río de la Plata.
- Evaluar las tasas de crecimiento relativo (TCR) de las especies de gramíneas en condiciones de pastoreo y clausura.
- Divulgar los resultados.

Resultados e impactos esperados

- Estimaciones regionales de productividad primaria derivadas de imágenes satelitales para la totalidad del área de trabajo del proyecto.
- Desarrollo de un algoritmo de clasificación de los tipos de cobertura del suelo en un área particularmente homogénea de los pastizales del Río de la Plata. A partir de la metodología desarrollada, se han realizado clasificaciones para distintas áreas de la provincia de Buenos Aires y los resultados han sido transferidos al sector público a través de un convenio con el respectivo ministerio de dicha provincia. Además, los avances logrados fueron generalizados en una propuesta de caracterización del uso de la tierra para toda el área del Mercado Común del Sur (MERCOSUR). Un trabajo de doctorado realizado en el marco del proyecto permitió perfeccionar el sistema y hacerlo más operativo para toda el área de los pastizales del Río de la Plata.
- Se generaron mapas de la productividad primaria neta aérea (PPNA) de los pastizales y arbustales del noroeste de la Patagonia.
- El 73% de las variaciones en el peso corporal, el 76% de las variaciones en el espesor de las grasas y el 86% de las variaciones en la condición corporal, fueron explicadas por el IVN, lo que evidenció una estrecha relación entre éste último y el estado de los rodeos. Ello, además, refuerza la utilidad del IVN como herramienta de análisis y predicción.
- Se desarrollaron planes de manejo de los recursos forrajeros en establecimientos patagónicos, los cuales cubren una superficie de más

de 750 000 ha. Con estas herramientas, los productores pueden anticipar, por ejemplo, la compra de forraje para suplir déficits en períodos futuros, a mejores precios que si lo hicieran en el momento de mínima disponibilidad forrajera. En el largo plazo y desde el punto de vista económico, conocer y manejar de forma eficiente los recursos forrajeros de un negocio es crucial para mantener su capital forrajero y evitar la descapitalización de la empresa.

- Se cuenta con resultados parciales sobre el impacto del pastoreo en la vegetación natural y en las propiedades del suelo, y sobre la desertificación en la región Patagónica.
- Se desarrollaron modelos que permitieron identificar las causas de la caída de las existencias ovinas en la Patagonia y que constituyen la base para sistemas de prospección de la viabilidad de estas explotaciones.
- Se calibró el modelo biogeoquímico CENTURY (desarrollado por investigadores de la Universidad de Colorado, EE.UU.) para las condiciones locales, con lo cual se estudian los efectos a largo plazo del pastoreo en la circulación de nitrógeno y carbono en diferentes sistemas a lo largo de la región. Esta información permitirá entender mejor los efectos fisiológicos y ecológicos del pastoreo y diseñar estrategias de pastoreo acordes. También se podrá estimar el posible impacto del pastoreo en las reservas de nutrientes del ecosistema.
- Se implementó un sitio en Internet con la información generada para los primeros objetivos (<http://agro.uba.ar/user/lart/fontagro>)
- Desde el punto de vista académico, se publicaron o se encuentran en prensa hasta el momento 10 artículos en revistas científicas (en inglés y en español). En relación con la docencia y la formación de profesionales, se desarrollaron dos tesis de grado profesional, dos de maestría y una de doctorado. Se encuentran en curso cuatro tesis de maestría y una de doctorado. Además, actualmente se dictan varios cursos de especialización y de postgrado. La difusión se ha realizado a través de artículos de periódicos, revistas técnicas, charlas y conferencias.

Siglas y Abreviaturas

ALC	América Latina y el Caribe
ANACAFE	Asociación Nacional del Café, Guatemala
ASD	Agricultura, Servicio y Desarrollo, Costa Rica
ASOHOFRUCOL	Asociación Hortifrutícola de Colombia
BID	Banco Interamericano de Desarrollo.
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica
CENI	Centros privados de investigación
CENIAF	Centro Nacional de Investigación Agrícola y Forestal, República Dominicana.
CENIPALMA	Centro de Investigación en Palma de Aceite, Colombia
CIAE	Centro de Investigaciones Agrícolas de Estado, Venezuela
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical
CGIAR	Consejo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola
CIMPA	Centro de Investigación para el Mejoramiento de la Panela, Colombia
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, México
CINVESTAD	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, México

CIRAD	Centro Internacional para la Investigación Agrícola, Francia.
COOPEAGROPAL	Cooperativa Agroindustrial de Productores de Palma Aceitera, Costa Rica
CORBANA	Corporación Bananera Nacional, Costa Rica
CORPOICA	Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
CORPOZULIA	Corporación de Desarrollo de la Región Zuliana, Venezuela
CNPMF	Centro Nacional de Pesquisas de Mandioca y Fruticultura Tropical, Brasil
DENPASA	Dende Do Pará, Brasil
DIA	Dirección de Investigación Agrícola, Paraguay
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Brasil
FONTAGRO	Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FORAGRO	Foro de las Américas para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico Agropecuario
ICAFFE	Instituto del Café, Costa Rica
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Colombia
IHCAFE	Instituto Hondureño del Café, Honduras
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
INFOTEC	Sistema de Información Científica y Tecnológica del Sector Agropecuario en las Américas
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Venezuela, Perú, Uruguay
INIAP	Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria, Ecuador
INIBAP	Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Costa Rica

INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, México
INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina
IRD	Instituto de Investigación para el Desarrollo
ISNAR	Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería, Paraguay
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MOP	Manual de Operaciones
MUSALAC	Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano en ALC
PMP	Plan de Mediano Plazo
PROCAFE	Fundación Salvadoreña para la Investigación del Café, El Salvador
PROCI	Programa Cooperativo de Investigación Agrícola
PROCIANDINO	Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Sub-Región Andina
PROCISUR	Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur
PROCITROPICOS	Programa Cooperativo de investigación y Transferencia de tecnología para los Trópicos Suramericanos
PROFIZA	Programa Regional de Fríjol para la Zona Andina, CIAT, Colombia
PROINPA	Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos, Bolivia
PROMECAFE	Programa Cooperativo Regional para el Desarrollo Tecnológico y Modernización de la Caficultora

SIBTA	Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Bolivia
SNIA	Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria
STA	Secretaría Técnico- Administrativa del FONTAGRO
UNAN	Universidad Nacional Autónoma, Nicaragua
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú
UNICAFE	Unión Nicaragüense de Cafetaleros

Anexo

Cuadro 1.

Tipos de resultados de los proyectos de acuerdo con dos características		
Nombre abreviado del proyecto	Ejecutor	Miembros adicionales del consorcio
1. Fríjol voluble	CIAT / PROFISA - Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - CORPOICA, Colombia - INIAP, Ecuador - UNALM, Perú - INIA, Perú - Universidad de Nariño, Colombia
2. Palma de aceite	CENIPALMA, Colombia	<ul style="list-style-type: none"> - CIAT, Colombia - INIAP, Ecuador - Palmeras del Ecuador, Ecuador - EMBRAPA, Brasil - DENPASA, Brasil - ASD, Costa Rica - COOPEAGROPAL, Costa Rica
3. Post cosecha guayaba	CORPOICA (CIMPA), Colombia INIA (CIAE) Venezuela	<ul style="list-style-type: none"> - CORPOZULIA, Venezuela - ASOHOFRUCOL, Colombia - CIAT, Colombia - Universidad Nacional (ICTA), Colombia - PROCANDINO, Colombia
4. <i>Smilax</i>	CATIE, Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> - Unit de Costa Rica - Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica - Universidad Autónoma de Nicaragua, Nicaragua

5. Embriogenesis del café	PROMECAFE/IICA, Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> - ICAFE, Costa Rica - UNICAFE, Nicaragua - PROMECAFE, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Panamá - CIRAD, Francia - IHCAFE, Honduras - PROCAFE, El Salvador - ANACAFE, Guatemala
6. Plátano y banano	INIBAP/CATIE	<ul style="list-style-type: none"> - Universidad Nacional (CIB) Medellín, Colombia - Universidad del Tolima, Colombia - CATIE (Biotecnología), Costa Rica - CINVESTAV, México - CORBANA, Costa Rica
7. Sigatoka negra en plátano	INIBAP, Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> - CORPOICA, Colombia - CORBANA, Costa Rica - INIA, Venezuela - INIAP, Ecuador - CENIAF, Republica Dominicana - UNAN, Nicaragua - EMBRAPA, Brasil - CATIE, Costa Rica - Universidad del Tolima, Colombia
8. Mosca blanca	CATIE, Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> - CORPOICA, Colombia
9. Royas en trigo	INIA, Argentina	<ul style="list-style-type: none"> - INIA, Uruguay - INIA, Argentina - CIMMYT, México - EMBRAPA, Brasil

10. <i>Piricularia</i> en arroz	INTA, Argentina	<ul style="list-style-type: none"> - INIA, Uruguay - CIAT, Colombia - PURDUE, University EE.UU.
11. Acuicultura	Biodinámica, S. A, Chile	<ul style="list-style-type: none"> - Universidad de Los Llanos, Colombia - Universidad Nacional Experimental del Tachira, Venezuela - Universidad Autónoma Nuevo León, México - HEFESA Ltda., Chile
12. Recursos forrajeros / pastizales	Universidad de Buenos Aires, Argentina	<ul style="list-style-type: none"> - INTA, Argentina - Universidad Nacional del Mar de Plata Argentina - Universidad Nacional de Comachue, Argentina - Secretaría de la Producción, Ministerio de Economía, Provincia de Río Negro, Argentina - Universidad de la República, Uruguay - Secretariado Uruguayo de La Lana, Uruguay - Universidad del Estado de Colorado, EE.UU. - Departamento de Elaboración de Modelos Ecológicos, Alemania

