

CAPÍTULO

3

PROCESO DE ESTRUCTURACIÓN DEL PROGRAMA NACIONAL DE AGROBIOPROSPECCIÓN

Alba Marina Cotes ^{2*}, Adriana Bernal ⁵, Alvaro Gaitán ⁶, Carolina Cruz Martínez ², Fernando Rodríguez ², Héctor Arévalo ², Jaime Eduardo Muñoz ⁷, Jonh Jairo Gallo ², Luisa Fernanda Izquierdo ², Luz Stella Barrero ², María Victoria Zuluaga ², Patricia del Portillo ⁸, Sonia Jaramillo ², Charles Wilson ²³, Michael Wisniewski ¹⁶, Steiner Bergseth ¹³, Clare Gill ⁹, Gerardo Toledo ¹⁰, Bertus Eskes ¹⁹, Kattia Rosales ²⁶, James Giovanni ²⁴, Xavier Fargetton ²

3.1. Antecedentes

En el marco del documento CONPES 3697 denominado “Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a Partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad”, aprobado en junio de 2011, se estableció que la bioprospección y la biotecnología se convierten en herramientas poderosas que amplían el espectro de uso sostenible de la biodiversidad para el beneficio del país. En este contexto, el gobierno de Colombia por intermedio del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR -, designó a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - CORPOICA – representada por el Centro de Biotecnología y Bioindustria -CBB-, la responsabilidad de coordinar y articular dentro del marco del proceso de “Construcción Social de la Agenda de Investigación, Desarrollo e Innovación para el sector Agropecuario”, la estructuración de un Programa Nacional en Bioprospección enfocado al sector agropecuario del país.

Para dar comienzo al proceso de estructuración, se conformó un equipo base de trabajo y se realizaron reuniones informativas con delegados de instituciones de orden estatal tales como el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - MADR, el Departamento Nacional de Planeación - DNP, el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, antes llamado Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología “Francisco José de Caldas” - COLCIENCIAS y el Ministerio de Hacienda, principalmente. Estas reuniones tuvieron como objetivo establecer las primeras pautas y los lineamientos que debían tenerse en cuenta para la estructuración del programa, así como la posibilidad de financiación a través del Sistema General de Regalías, modificado recientemente.

*Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA. amcotes@corpoica.org.co
Ver información de autores en el Anexo 1

Se generó una línea base de trabajo para el Programa Nacional en Agrobioprospección mediante la construcción de un documento que sustentaría las decisiones tomadas a lo largo del proceso de estructuración y formulación de la iniciativa. Así mismo, se estableció el uso de la palabra Agrobioprospección para hacer referencia específicamente a la Bioprospección realizada para el desarrollo del sector agropecuario de Colombia. Inicialmente, se hizo un análisis de todos los documentos de agendas prospectivas disponibles para las cadenas productivas establecidas ante el MADR, así como sus líneas base; del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 y del CONPES de biotecnología 3697, aprobado en Junio de 2011.

De acuerdo con este análisis, descrito ampliamente en el capítulo 2, fueron definidos temas por demandas y necesidades en áreas de ciencia y tecnología de las cadenas, los cuales podrían ser resueltos mediante el uso de la bioprospección y la biotecnología. Adicionalmente, se desarrolló una matriz de factibilidad e impacto con criterios definidos, que fueron sometidos a trabajo colectivo y de concertación entre los meses de junio y octubre de 2011, en diferentes talleres, mesas de trabajo, y eventos desarrollados entre representantes de la academia, del gobierno, investigadores y gremios, entre otros.

Teniendo en cuenta los resultados de este ejercicio previo, se llevó a cabo una preselección de los proyectos que conformarían este Programa en Agrobioprospección y que servirían como un modelo piloto inicial: ganadería, cacao, solanáceas y plataforma tecnológica como proyecto transversal a los demás. Dando continuidad al proceso, se desarrolló la ficha de inversión para el Programa, requerida para este tipo de iniciativas, de acuerdo con la retroalimentación recibida por parte de los diferentes actores involucrados. La ficha fue posteriormente presentada en Comité Ad-Hoc en el Ministerio de Hacienda y Crédito Público en Octubre de 2011, lográndose pre-aprobación del Programa por parte del Gobierno Nacional.

3.2. RED Nacional e Internacional de Investigación en Agrobioprospección (REDIAB)

La red es un instrumento flexible y eficaz, que constituye una variedad de formas de organización del trabajo de investigación para la producción del conocimiento científico-tecnológico, en proyectos de investigación y desarrollo de la Bioprospección que tiene en cuenta los criterios establecidos y utilizados, por expertos que participan en programas internacionales de cooperación de la Unión Europea con América Latina son descritos por Perozo, 2006.

Misión: Orientar esfuerzos, intereses y recursos (humanos y de infraestructura) de centros de investigación, universidades y demás organismos públicos y privados que contribuyan al desarrollo rural colombiano con equidad social, mediante la colección, conservación, exploración y uso sostenible de la agrobiodiversidad colombiana, con

el compromiso de compartir la información, metodologías, infraestructura y demás recursos indispensables entre los miembros de la red con los mismos principios y políticas de reciprocidad, libertad, convicción, confianza y respeto por la propiedad intelectual de sus miembros.

Visión: REDIAB será una red que en los próximos cinco años incrementará su visibilidad nacional e internacional, aumentará el número de investigadores altamente calificados y centros de investigación dotados con infraestructura y tecnologías de punta e iniciará la entrega de varios productos del aprovechamiento de la biodiversidad colombiana, para la aplicación en las buenas prácticas ganaderas (BPG) y buenas prácticas agrícolas (BPA), conducentes al desarrollo del sector agropecuario de Colombia, en un proceso de internacionalización del comercio y la economía.

Objetivos

1. Conformar un equipo de científicos y técnicos de diversas disciplinas para complementar capacidades en investigación, innovación y desarrollo tecnológico para el sector agropecuario (aprendizaje colectivo).
2. Definir actividades o tareas entre los miembros de la red, para aprovechar las sinergias generadas por diferentes disciplinas e instituciones.
3. Desarrollar mecanismos para la transferencia del *know-how* en exploración, uso sostenible y agregación de valor de la agrobiodiversidad para incrementar el desarrollo de las regiones y la calidad de vida de los agricultores colombianos (v.g. mediante sitios web, conferencias, talleres, cursos, pasantías u otras actividades).
4. Regular coherentemente las ideas, aplicar métodos sistematizados y obtener resultados orientados a la innovación y desarrollo de los bienes y servicios productos del aprovechamiento de la biodiversidad.
5. Organizar un servicio compartido de propiedad intelectual (PI) para facilitar la protección jurídica de los resultados de las investigaciones, y la adquisición de su titularidad, redactar patentes, marcas, diseños industriales, recibir la asesoría sobre los contratos, prestar apoyo para la gestión y comercialización de los resultados de las investigaciones (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), 2006)
6. Estimular la financiación de la ciencia, la investigación, la enseñanza y la visualización (comunicación escrita de los procesos resultados de las investigaciones, para su difusión a nivel nacional e internacional) de las diferentes actividades relacionadas con la bioprospección.

Principios:

1. La participación en la red es por afinidad abierta y voluntaria (Conjunto de colegas que investigan desde las diferentes disciplinas, los temas relacionados con la bioprospección aplicada al desarrollo del sector agropecuario del país).
2. La participación en la red es de accionar flexible, es decir, cada miembro participa

- e intercambia libremente su conocimiento y facilidades de infraestructura, para hacer parte de la generación del conocimiento conjuntamente con los demás miembros de la red.
3. La organización debe conducir a la interrelación e interdependencia de los niveles del centro a la periferia y viceversa de manera permanente (sin jerarquización), y las unidades de la red son personas o corporaciones de cualquier tipo que se manifiestan como totalidades del sistema y no como partes. Se producen interconexiones de sujeto a equipos, de equipos a organizaciones y de organizaciones a sujetos.
 4. La generación de la comunicación debe ser cuidadosa para evitar que se presenten desigualdades que conduzcan a relaciones de poder, y debe generar complementariedad y equidad entre los roles de los grupos. La clave está en la orientación de la investigación.
 5. La planeación se hace por proyectos estratégicos y de investigación, mediante un protocolo acordado entre los miembros de la Red. Esta visión es compartida para los procesos de gestión de la red.
 6. Es necesario establecer un sistema de autoevaluación permanente, mediante el cual se hace la referenciación externa y conexión con las demás comunidades o redes de investigación; con permanente documentación, que conduzca a la autocritica y al mejoramiento continuo de los procesos de investigación, innovación y desarrollo tecnológico.
 7. Es necesario determinar el nodo central de la red, que potencie el desarrollo y la comunicación intra y entre los grupos satélites de la red y a su vez éstos con los grupos o redes externas.
 8. Se deben asumir retos, la complejidad de estos depende de asumir y superar obstáculos con y entre los miembros y entender que somos diversos, y debe converger hacia un mismo objetivo.
 9. Cada miembro o grupo de la red puede pertenecer a una o varias redes, siempre y cuando se mantengan los principios misionales de la REDIAB.
 10. Se debe promover la suscripción de un documento de intencionalidad de vinculación a la red REDIAB (Cruz, 2012).

3.3. Validación del enfoque inicial del Megaprograma

Los días 14 y 15 de diciembre de 2011 se realizó en el C.I. Tibaitatá de CORPOICA, un Taller Internacional en Bioprospección que contó con la participación de especialistas nacionales e internacionales con experiencia demostrada en bioprospección enfocada al sector agropecuario. Los objetivos del taller fueron: i) Validar o modificar el enfoque inicial de Bioprospección para el sector agropecuario, ii) Plantear las opciones para organizar los recursos de operatividad, recursos nacionales vs. recursos internacionales, y iii) Definir los primeros pasos para la implementación y diseño del **Programa Nacional de Agrobioprospección** a iniciar en 2012, que permitiera maximizar el uso de los recursos que se otorgarían para esta iniciativa, para lo cual se evaluaron casos específicos para especies animales y vegetales.

Teniendo en cuenta que Colombia ha hecho una contribución muy limitada a la economía global, a pesar de ser uno de los países más megadiversos del planeta y que las directrices del Plan Nacional de desarrollo 2010-2014 y del CONPES de Biotecnología 3697 de Junio de 2011 involucran la agrobioprospección para el uso sostenible de la biodiversidad, en este taller se presentaron inicialmente tres proyectos: i) ganadería ii) cacao, y iii) especies solanáceas: uchuva, como modelo de frutas para mercados de exportación y papa, como modelo de tubérculos y alimento básico para la seguridad alimentaria del país.

En el taller los ocho expertos internacionales invitados presentaron sus experiencias en bioprospección y posteriormente se discutieron y consolidaron los proyectos de ganadería, cacao y solanáceas por grupos de trabajo con la participación de los expertos internacionales y de 30 expertos nacionales; al final se entregaron recomendaciones para el programa de agrobioprospección de Colombia. El 16 de diciembre de 2011 se realizó un simposio abierto donde se presentaron los resultados del taller previo ante investigadores de diversos centros de investigación y de universidades colombianas, delegados de entidades estatales (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR-, COLCIENCIAS y Departamento Nacional de Planeación-DNP-), así como otros representantes del sector agrícola, del sector productivo y de los gremios. El propósito del simposio fue llegar a los actores interesados en el tema de Agrobioprospección en Colombia y socializar las recomendaciones generadas por los expertos para la estructuración del Programa Nacional.

El Taller y Simposio Internacional en Agrobioprospección permitió actualizar y ampliar la Red Primaria Nacional de AgroBioprospección conformada inicialmente por 75 instituciones y 272 miembros.

3.3.1. Recomendaciones generales de los expertos

Las recomendaciones generales resultantes de la interacción de los participantes nacionales con el grupo de expertos internacionales fueron:

1. Seleccionar con base en su gran potencial y alto impacto en el sector agropecuario las áreas de investigación.
2. Hacer énfasis en el reclutamiento, formación y apoyo de investigadores.
3. Establecer relaciones sólidas a través de consorcios internacionales involucrados en áreas de investigación afines.
4. Comprometer a las partes interesadas en la planeación y ejecución de todas las etapas de investigación y desarrollo del programa, articulando investigadores, académicos y los sectores empresarial e industrial en Colombia.
5. Implementar un programa fuerte en el tema de transferencia de tecnología que soporte todos los elementos de la “cadena de valor”, que va desde el desarrollo de la tecnología hasta su comercialización.

3.3.2 Recomendaciones del panel de expertos internacionales *

Los expertos internacionales enfatizaron en las siguientes recomendaciones de manera individual:

Steinar Bergseth, Research Council, Noruega, experto en la integración nacional de programas de bioprospección, describió la experiencia Noruega en el tema de la integración nacional de programas de bioprospección. Hizo énfasis en la importancia de una cadena de transferencia de tecnología fortalecida, que asista al gobierno, centros de investigación y universidades, junto con empresarios e inversionistas en el patentamiento y comercialización de las tecnologías desarrolladas. También discutió acerca de los obstáculos a superar en términos de financiación a lo largo de la cadena de valor, desde la investigación básica hasta la etapa de mercadeo y comercialización.

Kattia Rosales, INBIO, Costa Rica, experta en la identificación y comercialización de tecnologías a base de compuestos bioactivos, enfatizó sobre la importancia de establecer directrices claras para el trabajo en redes, así como un marco legal de Acceso y Beneficio (ABS) adecuado para el tema de bioprospección. También indicó que los investigadores deben estar atentos a identificar los beneficios del valor agregado dentro de las tecnologías desarrolladas y resaltó la importancia de ampliar y mejorar las capacidades del recurso humano involucrado en procesos de I+D+I.

Charles Wilson, Wilson Associates International LLC, anteriormente USDA, USA, experto en el desarrollo y transferencia de tecnologías de base biológica, ilustró que temas relacionados con microorganismos epífitos y la inducción de respuestas bajo condiciones de estrés en plantas representan un área fértil para el trabajo en bioprospección. Recomendó el establecimiento de metas ambiciosas dirigidas hacia la resolución de problemas agropecuarios críticos. Presentó un modelo de “Incubadora Virtual” para Colombia mediante el uso del internet como mecanismo para mantener interconectados a los actores involucrados en los procesos de transferencia de tecnología.

Gerardo Toledo, Synthetic Genomics Inc., USA, experto en la comercialización de tecnologías metagenómicas y profesor del CICESE en México, enfatizó que el reconocimiento de la necesidad de un producto y las demandas del mercado son esenciales para el desarrollo exitoso de nuevas tecnologías. Mencionó que las aplicaciones deben estar enfocadas en términos de función y actividad, más que en encuestas y listas taxonómicas. Subrayó como esencial la sostenibilidad en el tiempo del sistema.

* Basado en el informe del consultor internacional Charles Wilson, Wilson Associates International LLC, Shepherdstown, WV, Estados Unidos

Clare Gill, Texas A&M University, USA, experta en genómica y mejoramiento animal, recomendó el desarrollo de un proyecto modelo que muestre la ganadería como una demanda clara de mercado. Enfatizó la importancia de identificar prioridades teniendo en cuenta las recomendaciones suministradas por parte de asociaciones de ganaderos y otras partes interesadas en el tema de ganadería en el país. Dada la intención de explotar las razas colombianas distintivas, subrayó la necesidad de llevar a cabo un programa específico, medible, realista y con resultados alcanzables.

James Giovannoni, USDA, Cornell University, USA, experto en genómica y metabolómica de plantas solanáceas, recomendó que el programa se enfoque en actividades de I+D+i con alto potencial de competitividad y diferenciación para el país como las frutas exóticas. Hizo énfasis en que se exploren las oportunidades que sean únicas para Colombia a partir de su agrobiodiversidad y que todos los esfuerzos fortalezcan relaciones y actividades con apoyo e integración en redes internacionales.

Michael Wisniewski, USDA, USA, experto en genómica de frutales, bioprospección microbiana y control biológico de patógenos en postcosecha, recomendó hacer énfasis en los problemas claves del sector agropecuario y desarrollar sistemas de colaboración con el sector empresarial e industrial del país. Enfatizó en la importancia de tener una comunicación directa y tener en cuenta las recomendaciones derivadas de los actores interesados. Advirtió ser cautelosos ante la “sobre-planificación” con directrices y objetivos muy rígidos. Así mismo, recomendó que a los investigadores se les dé más libertad para llevar a cabo sus investigaciones.

Bertus Eskes, CIRAD/Biodiversity, Francia, experto en mejoramiento genético de Cacao, recomendó darle continuidad a los esfuerzos en investigación, encaminados a la caracterización de la diversidad de las poblaciones silvestres de cacao existentes en el país. Sugirió el uso de los métodos de genética clásica para el mejoramiento de la producción, la resistencia y la calidad del cultivo. Estos métodos clásicos ofrecen altas posibilidades de lograr resultados importantes (nuevas variedades de calidad superior). También recomendó buscar resistencia a moniliasis aprovechando las colecciones existentes.

Los expertos en su conjunto hicieron énfasis en el aprovechamiento eficiente de los recursos, para lo cual hicieron las siguientes recomendaciones:

1. Estimular el aprovechamiento de la biodiversidad colombiana en los sectores de alto impacto y alta capacidad técnica, mediante la formación de investigadores y entrenamiento de auxiliares de investigación motivados, para utilizar de manera adecuada los recursos biológicos de las diferentes regiones del territorio colombiano.
2. Conformar una red de investigadores nacionales e internacionales en Bioprospección, para maximizar la utilización de las capacidades humanas, de infraestructura y equipos.
3. Consolidar grupos regionales de investigación y formar durante el desarrollo

del programa nuevos investigadores, con relaciones fuertes con grupos internacionales, lo que garantizaría que los investigadores colombianos permanezcan actualizados y afianzaría la cooperación y el uso compartido de los recursos.

4. Hacer un reclutamiento, entrenamiento y fortalecimiento de personal creativo. Capacitar profesores universitarios, investigadores, estudiantes de pre y posgrado, mediante entrenamientos específicos para desarrollar actividades en Bioprospección.
5. Planear la construcción de nuevos laboratorios, invernaderos y plantas piloto, teniendo en cuenta los conceptos de infraestructura auto-suficiente, de tal forma que funcionen con autonomía en lo que se refiere a filtros y catalizadores de agua, y a energía para calefacción, refrigeración y funcionamiento de equipos especializados.
6. Desarrollar las ciencias ómicas (genómica, proteómica, metabolómica) y la Bioinformática, pues ofrecen una serie de ventajas que permiten generar rápidamente y analizar de manera eficiente grandes cantidades de información.
7. Localizar equipos altamente costosos y sofisticados tales como microscopio confocal, equipos para genómica, proteómica, metabolómica, bioinformática, biorreactores de alta capacidad en aquellos centros de biotecnología que tengan adecuada infraestructura (áreas y servicios públicos) y capacidad científica demostrada. Dichos centros deben comprometerse a proporcionar el servicio a los investigadores que lo requieran a un costo razonable. Estos equipos robustos deben ser localizados en los sitios donde tengan acceso el mayor número de investigadores. En sus inicios, dichos Centros deben contar con un presupuesto suficientemente grande para poner en marcha los equipos con personal altamente especializado y para optimizar el servicio hasta ofrecerlo a un costo adecuado.
8. Contar con un presupuesto adecuado mediante proyectos de investigación que permita acceder a los servicios que ofrecen los centros especializados. El dinero recaudado debe ser utilizado para ayudar a soportar la operación de los equipos, para su mantenimiento, actualización y reposición con las nuevas tecnologías. Los equipos deben ser usados y mantenidos por personal entrenado para garantizar su vida útil.

Además de las recomendaciones mencionadas, el panel de expertos internacionales determinó una serie de mensajes claves que deben ser difundidos para llevar este programa de agrobioprospección a feliz término. Estos mensajes fueron:

Mensaje clave 1:

Interconexión a nivel nacional entre las instituciones que trabajan con bioprospección y demás partes interesadas en el tema

Es necesario fortalecer la relación existente entre las instituciones de investigación y la academia, con la industria y entidades gubernamentales en Colombia para que

se maximice la utilización de los recursos en infraestructura física (v.g. equipos de investigación costosos) y provean una experiencia más amplia y socialmente más relevante (v.g. estudiantes que buscan estudios avanzados a nivel de posgrado), como posible marco de referencia sobre el cual Colombia podría construir su infraestructura de bioprospección.

Mensaje clave 2:

Unión a consorcios internacionales

Fue un consenso dentro del panel internacional de expertos, que los investigadores del sector agropecuario colombiano necesitan construir relaciones internacionales fuertes con otros consorcios a nivel internacional que sean afines con sus actividades de investigación, que les permitan relacionarse y tener visibilidad internacional. Tales relaciones asegurarán que los investigadores colombianos permanezcan actualizados en sus aproximaciones de investigación y abiertos a oportunidades en términos de cooperación y de compartir recursos (v.g. infraestructura física como equipos y recurso humano).

Por ejemplo, para el proyecto de ganadería se recomendó la creación de un consorcio entre Texas A&M University, la Asociación Nacional de ganaderos de USA (U.S. National Cattlemen Association), el proyecto internacional HapMap, y el consorcio de secuenciación del genoma bovino con los investigadores de Colombia. Para el proyecto de solanáceas, se recomendó que los investigadores de Colombia sean un grupo clave en la secuenciación y análisis de Solanáceas que desarrolla el Consorcio Internacional SOL. Los miembros de este grupo incluyen a James Giovannoni (USA), Satoshi Tabat (Japón); Doil Choi (Korea del Sur); Sanwn Huang (CAAS, China); Akilesh Tyagi (ICPG, India); Giovanni Guiliano (ENEA, Italia); Antonio Gramell (España); Rene Lankhorst (Holanda); Mondher Bouzauen (INRA, Francia); Graham Seymour (U. of Nottingham, UK); Fernando Carrari (Argentina) y Dani Zamir (Israel). Colombia ya hace parte de éste consorcio a través de CORPOICA. En relación con el proyecto de cacao, se recomendó el establecimiento de una colaboración conjunta con otras instituciones que trabajan en el tema a nivel mundial como el CIRAD en Francia y USDA en Estados Unidos (Beltsville, USA), entre otros.

Mensaje clave 3:

Reclutamiento, entrenamiento y apoyo del personal dedicado a la investigación

El panel de expertos internacionales quedó impresionado con la calidad, creatividad y ética del personal involucrado en la iniciativa. Enfatizaron que un importante producto de la investigación en bioprospección es el entrenamiento y apoyo a jóvenes investigadores. Es recomendable que las relaciones existentes con centros académicos y

de investigación internacionales de alto nivel en el tema de Bioprospección, continúen y puedan expandirse, enviando investigadores de alto nivel *junior* y *senior* para que se especialicen en las tecnologías requeridas para la investigación en Bioprospección en Colombia, ya que así se asegurará que un programa de investigación se mantenga actualizado y sea competitivo.

Mensaje clave 4:

Construcción de infraestructura para procesos de transferencia de tecnología

Los expertos internacionales identificaron varios pasos, desde el descubrimiento de nuevas tecnologías derivadas de la investigación en bioprospección hasta su comercialización. Se evaluó el proceso de transferencia de tecnología a lo largo de la “Cadena de Valor”: i) investigación básica -descubrimiento-; ii) identificación de posibilidades (aplicaciones potenciales); iii) validación de la tecnología; iv) pruebas piloto; v) desarrollo de productos; vi) mercadeo y comercialización.

Los expertos internacionales estuvieron de acuerdo con el enfoque dado a la iniciativa, desde el descubrimiento hasta la comercialización. Una de las principales recomendaciones fue la de contar con personal suficiente para asistir y asesorar a los investigadores durante el proceso de transferencia de tecnología, el cual requiere una guía constante en temas de patentamiento y licenciamiento de las tecnologías desarrolladas. Se enfatizó en la necesidad de que el megaprograma cuente con un grupo fuerte en el tema de valorización y transferencia de tecnología, que guíe a los investigadores a través de toda la “Cadena de Valor”. Se enfatizó como un problema común la insuficiente financiación durante la optimización de tecnologías dentro de la “Cadena de Valor”, por lo cual muchas de las tecnologías desarrolladas terminan en el conocido “valle de la muerte” dentro de la biotecnología. Así mismo, se determinó la necesidad de la interconectividad para los procesos de transferencia de tecnología.

Los expertos internacionales presentaron varios modelos que pueden ser tenidos en cuenta para llevar a cabo procesos de transferencia de tecnología, estos modelos incluyen: incubadoras físicas, incubadoras virtuales y programas de formación en escuelas de negocios. Todos estos programas tienen el mismo propósito: interconectar al inventor y a su institución con expertos en propiedad intelectual (para proteger y licenciar el invento) y con compañías e inversionistas (emprendedores) que inviertan y comercialicen la invención.

En el taller se describieron programas de diferentes escuelas de negocios en los Estados Unidos, los cuales han sido exitosos en temas de comercialización y de propiedad intelectual desarrollada en varias universidades. El proceso se definió de la siguiente manera: La propiedad intelectual que tiene un potencial para comercialización es identificada y presentada a estudiantes de Administración

de Negocios (“Master in Business Administration” MBA) para que éstos desarrollen un plan de negocios que permita su comercialización. Se lleva a cabo una competencia entre los estudiantes de MBA por el mejor plan de negocios y al ganador se le premia con el otorgamiento del capital semilla para comenzar una empresa. Un número de nuevas compañías de alta tecnología que han sido exitosas, han iniciado de esta manera. Mediante este proceso, las universidades tienen la comercialización de la tecnología desarrollada en marcha, los estudiantes de MBA en las escuelas de negocios obtienen el entrenamiento para convertirse en empresarios y el estado crea nuevos empleos relacionados con el desarrollo de alta tecnología.

Charles Wilson (Wilson Associates International LLC) presentó en el taller el modelo de “incubadora virtual” para Colombia, la cual utiliza el poder del internet para interconectar a varias de las instituciones y entidades requeridas para un proceso eficiente de transferencia de tecnología (investigadores, instituciones, expertos en propiedad intelectual, inversionistas, y empresarios). Quienes posean algún tipo de propiedad intelectual derivada de la Bioprospección en Colombia, con potencial de comercialización, pueden registrarse en el sitio web de la “Incubadora Virtual” y presentar su tecnología. Los inversionistas (empresarios) tienen acceso y revisan las tecnologías registradas y realizan un proceso de evaluación para su posible comercialización o como base para iniciar nuevas empresas. La “incubadora virtual” colombiana también proveería recursos a nivel mundial a través de tecnologías basadas en “cloud computing” para inventores, con el fin de facilitar el proceso de patentamiento y proteger sus invenciones. Así se les ayudaría a compañías y empresarios a iniciar y fortalecer sus negocios enfocados en la comercialización de alta tecnología.

3.4. Implementación de la Metodología General Ajustada -MGA- de los proyectos de ganadería, cacao y solanáceas (uchuva y papa) del Programa de Agrobioprospección

Debido a la naturaleza de índole nacional del Programa en Agrobioprospección, se planteó la financiación del mismo con recursos provenientes del Sistema General de Regalías, por la inclusión de las regiones en la construcción e implementación de la propuesta. Para esto, fue fundamental la presentación de la propuesta utilizando la Metodología General Ajustada -MGA-, desarrollada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) para proyectos susceptibles de inversión pública. Los sectores seleccionados inicialmente como pilotos dentro del Programa, fueron sometidos a todos los estudios necesarios para garantizar su viabilidad técnica y financiera en diferentes escenarios. Uno de estos escenarios fue el taller nacional realizado el día 17 de febrero de 2012 en CORPOICA C.I. Tibaitatá, que contó con la participación de 22 expertos de instituciones tanto académicas como de investigación.

Este taller tuvo como objetivo entender el esquema MGA para el diligenciamiento de toda la información necesaria de cada uno de los componentes del programa en los diferentes módulos del MGA (Identificación, Preparación, Programación y Evaluación). Esta metodología exigió que el programa y cada uno de sus componentes fueran ajustados en relación con objetivos, actividades y resultados esperados.

La metodología empleada para el taller fue la de mesas de trabajo y discusión en grupo (ganadería, cacao, papa y uchuva) para definir por consenso la estrategia para llenar esta matriz MGA, la cual incluye 22 formatos de carácter obligatorio. En la actualidad, algunas regiones han utilizado la información de carácter nacional generada y la han ajustado a sus necesidades regionales para la presentación de proyectos para financiación ante el Sistema General de Regalías.

3.5. Determinación de las capacidades por desarrollar en la ejecución del Programa en Agrobioprospección

El 30 de abril de 2012, en la Universidad de Los Andes (Bogotá, Colombia), se llevó a cabo otro taller nacional que contó con la participación de 70 representantes de universidades públicas y privadas de varias regiones del país (Cesar, Atlántico, Sucre, Magdalena, La Guajira, Valle del Cauca, Nariño, Santander, Norte de Santander, Antioquia, Cundinamarca, Caldas, Risaralda, Boyacá, Tolima, Caquetá, Amazonas), centros de investigación incluidos CORPOICA, CorpoGen, CENICAFÉ, Centro de Bioinformática y Biología Computacional - CBBC, así como representantes de entidades de gobierno: COLCIENCIAS, MADR y el DNP.

El objeto de este taller fue socializar el estado de avance del Programa en Agrobioprospección y discutir las condiciones necesarias para la continuidad del mismo. Los participantes fueron distribuidos en cuatro mesas temáticas.

La mesa número 1, trabajó el tema de infraestructura y equipos, dando respuesta a los siguientes interrogantes: 1) ¿Se debe externalizar (hacer fuera de Colombia)?, 2) ¿Se debe centralizar en Colombia y desarrollar en centros especializados? y 3) ¿Qué componentes se deberían desarrollar en las diferentes partes del país en donde se realizarán los proyectos incluidos dentro del Programa? (Tabla 5).

La mesa número 2, trabajó el tema de capacitación, dando respuesta a: 1) Requerimientos de conocimiento y de formación para abordar la investigación en Bioprospección y 2) Brechas y necesidades de formación (Tabla 6).

La mesa número 3, trabajó sobre los criterios que deben ser tenidos en cuenta para la inclusión de nuevos proyectos e iniciativas en el Programa, mediante la revisión y ajuste de los criterios de factibilidad e impacto establecidos y

desarrollados a lo largo del proceso de estructuración del Programa (presentados en el capítulo 2).

La mesa número 4, reflexionó sobre la importancia del trabajo en red para: 1) Avalar o modificar el esquema de trabajo en red propuesto, 2) Definir cómo se haría su coordinación y 3) Definir los recursos necesarios para su operatividad.

Como resultado de estas deliberaciones en grupo, se relaciona a continuación lo planteado por cada mesa de trabajo:

Trabajo en red

Qué se espera:

i) Mapa de capacidades de todos los actores de la red y hacer esta información disponible para todos los participantes; ii) Gestión en términos de política central, intermediación jurídica y comercial; iii) Gestión de la información; iv) Articular a los diferentes actores de la red, interpretar los diferentes lenguajes que se presentan en una red, en especial con sectores empresariales y sector productivo; v) Dar información sobre todos los aspectos relacionados con los miembros de la red; vi) Visibilizar y socializar la red, por ejemplo hacer parte de Centros de Productividad Regional; vii) Incentivar a los productores para que sean parte de la red; viii) Actualizar la red permanentemente; ix) Fortalecer los conocimientos relacionados con normatividad; x) Mercadeo de la red, internacional y nacional; xi) Favorecer las interacciones contractuales entre los elementos de la red; xii) Establecer reglas claras para el funcionamiento de la red.

Qué no se espera:

i) Que la red sea quien distribuya los recursos económicos; ii) Que asigne objetivos específicos a los nodos de la red; iii) Que tome la voz sin consulta previa de los miembros de la red; iv) Que sea parcializada hacia actores de la red; v) Que no participe en temas relacionados con propiedad intelectual.

Recursos para la operatividad de la red:

i) Crear una intranet; ii) Información y comunicación con nuevas tecnologías de tipo interactivo Web 2.0; iii) Recursos permanentes para lograr la sostenibilidad del sistema a través del tiempo.

Infraestructura y equipos:

Tabla 5. Tipo, distribución de actividades y equipos según su complejidad para el Programa en Agrobioprospección

Nivel	Muestréos y Colecciones	Genotipificación	Fenotipificación	Pre-escalamiento Escalamiento Comercialización y propiedad intelectual	Bioinformática
Internacional	Redes de conocimiento y genotipificación a gran escala	Secuenciar aquello que sea masivo por costos y tiempo	Uso de redes	Productos que tienen más ventajas de producción en el exterior	No
Nacional	Caracterización fenotípica y genotípica para clasificación e identificación. Capacidad para adelantar estrategias de uso (mejoramiento Genético) mediante redes de conocimiento. Desarrollo de sistemas expertos para clasificación e identificación. Colección nacional por grupos de organismos y fortalecimiento de la red nacional de herbarios	Utilizar secuenciadores de menor escala para aproximaciones taxonómicas, genotipificación preliminar	Inventario sobre equipos disponibles en el país. Manejar unidades de aislamiento, sistemas de evaluación metabólica y nutra genómica en plantas; cámara de crecimiento.	Fases de pre-escalamiento pueden ser a nivel nacional y en todos los sectores Escalamiento a nivel nacional pero con socios estratégicos nacionales o internacionales. Desarrollo de tecnologías de segunda y tercera generación para temas como biocombustibles. Grupo asesor en temas de propiedad intelectual desde el inicio del proyecto	Recursos computacionales compartidos
Regional	Viveros y herbarios certificados. Ceparios regionales. Colecciones de bancos de germoplasma animal y especies nativas no domesticas y especies nativas no tradicionales. Ensayos y laboratorios para conservación. Disponibilidad de uso de los sistemas expertos		Producción de materiales de multiplicación. <i>Screening</i> , bioensayos de laboratorio, invernadero y campo	Centros regionales de innovación y laboratorios de desarrollo. Plantas Piloto	Recursos de conexión en red

Además se estableció la necesidad de:

- Desarrollar doctorados en red

Articulación de alianzas estratégicas teniendo en cuenta que no todas las regiones necesitan todo, ni podrían desarrollar todo.

Capacitación para el fortalecimiento regional y nacional:

Tabla 6. Brechas y necesidades de formación que deben enfatizarse para el desarrollo del Programa en Agrobioprospección.

Nivel de formación	Formación básica	Investigación aplicada	Valorización (transferencia tecnológica)
Actor a nivel JUNIOR	Agronomía Biología Microbiología Biotecnología Bioquímica Zootecnia, veterinaria Ingeniería Agronómica, agroforestal y ambiental Microbiología con énfasis en Biología Molecular e I. Genética Química con énfasis en fitoquímica Biología con énfasis en estudios de diversidad Microbiología con énfasis en biodiversidad. Ingeniería Química	Producción de bioinsumos y selección y tamizaje en laboratorio. Microbiología con énfasis industrial. Ingeniería Química con énfasis en Bioprosesos (algunas regiones). Químico farmacéutico con énfasis en desarrollo y formulación de bioproductos. Fitopatología y entomología con énfasis en control biológico. Microbiología de suelos.	Estudios de mercado (estudios de factibilidad, formulación de planes de negocios, Análisis de competencias) Inteligencia tecnológica Vigilancia tecnológica para estudios de mercado Estudios de adopción de tecnologías Conocimiento básico de propiedad intelectual Conocimiento para establecer el perfil de los productos
Actor a nivel EXPERTO	Biología Molecular Ecotecnología Sistemática Escalamiento (Experto en ingeniería Bioquímica y producción industrial) Mejoramiento genético Biología Vegetal Biología animal Biología de hongos Fitopatología Omicas (Proteómica, Genómica, Transcriptómica) Biología sintética, Biología de sistemas, Ingeniería genética Bioinformática Matemáticas biológicas y bioestadística Fitoquímica Patología animal	Fitopatología y entomología con énfasis en manejo integrado. Impacto ambiental y sostenibilidad. Fitomejoramiento con conocimientos en recursos genéticos, evolución vegetal y biología reproductiva. Prospección animal y vegetal Optimización de procesos y escalamiento industrial	Propiedad intelectual Negociación de tecnologías Negociación de recurso genético Patentes Transferencia de tecnología Modelamiento y Administración de cadenas productivas Biocomercio Comercio internacional Eco-etiquetado Barreras fitosanitarias Trazabilidad

Finalizado el taller, se analizó el componente financiero del Programa de Bioprospección para el desarrollo del sector agropecuario, estableciendo la necesidad de continuar con el trabajo de obtener los recursos necesarios tanto a nivel regional como nacional para el adecuado funcionamiento del Programa, a través de los distintos fondos existentes (Sistema General de Regalías, Fondo CTI, entre otros), relacionados con temas de Ciencia y Tecnología; teniendo en cuenta que los objetivos y entregables planteados para el desarrollo de la iniciativa son inicialmente a 5 años. Para ésto se propuso conformar una comisión con la participación regional para trabajar en red.

3.6. Proceso de divulgación y socialización a nivel nacional del Programa en Agrobioprospección

Teniendo en cuenta las recomendaciones y conclusiones derivadas del Taller Internacional y Simposio de Bioprospección realizado en Diciembre de 2011 (CORPOICA - CI Tibaitatá), entre los meses de enero y abril de 2012 se realizó la divulgación y socialización del Programa en Agrobioprospección a nivel nacional en diferentes regiones y escenarios tales como universidades públicas y privadas, centros de investigación, entidades gubernamentales (secretarías de despacho de las gobernaciones), entre otros; así como para poner la iniciativa en consideración de los diferentes actores interesados.

Como resultado de este proceso de divulgación y socialización del Programa se visitaron 25 de los 32 departamentos del país y la propuesta se dio a conocer de forma amplia a aproximadamente 1.500 personas de 255 instituciones de todo tipo a nivel nacional, a través de la realización de 37 talleres. Se presentó un reiterado interés de participar en la propuesta por gran parte de las instituciones visitadas, por lo cual se continuó trabajando en el establecimiento de alianzas viables para el desarrollo del Programa a nivel regional. La retroalimentación obtenida fue utilizada para la mejora continua del Programa, se escucharon las inquietudes y las sugerencias formuladas a nivel regional, para permitir una mayor participación y empoderamiento de la iniciativa ante los entes regionales correspondientes.

En los talleres desarrollados, además de los investigadores y docentes de las regiones, se invitaron técnicos y representantes de los gremios de la producción agropecuaria, SENA, centros de investigación y autoridades gubernamentales, dada la importancia de lograr la inclusión de los departamentos en la iniciativa. En dichas visitas y talleres realizados durante el proceso de divulgación y socialización a nivel nacional, se detectaron los diferentes niveles de desarrollo y las necesidades de los grupos regionales, en aspectos relacionados con la capacitación y asesoría para adecuación de infraestructura, compra y puesta en marcha de equipos y en formulación de proyectos con metodologías confiables, unificadas y replicables en las diferentes zonas.

En todos los talleres efectuados, se aplicó una encuesta de seis preguntas básicas para recoger información referente a la experiencia de los investigadores en temas relacionados con bioprospección a nivel nacional. Teniendo en cuenta la información suministrada, se registraron en una base de datos las fortalezas y capacidades de las instituciones y participantes, lo cual permitirá en el futuro orientar el desarrollo del Megaprograma, identificando grupos de investigación conformados, con experiencia y desarrollo en diversos temas. Las preguntas formuladas en la encuesta fueron las siguientes:

1. Información general (nombre del investigador, entidad a la que pertenece y cargo que ocupa, correo electrónico, forma parte de algún grupo de investigación – cuál?

2. Mencione dos experiencias en las que haya trabajado en Bioprospección
3. Mencione en qué cadenas y temáticas su institución podría participar
4. Sugiera tres temas de proyectos que podría desarrollar
5. Con qué otra entidad podría conformar su red de trabajo?
6. Observaciones generales al Megaprograma

La encuesta aplicada en el proceso fue respondida por 313 asistentes de todas las regiones del país, mostrando como resultado que el 68% de los encuestados ha participado previamente en los temas considerados en el proyecto de bioprospección así: uchuva 3.5%, otros frutales 13.6%, papa 3.5%, cacao 7%, bovinos 7.9%, y otras cadenas 64.5% (Figura 2). Los encuestados propusieron además de las cadenas de la fase inicial del Megaprograma, otras cadenas en las cuales tienen experiencia, como el caso de cítricos, pasifloras, agroforestería, entre otros.

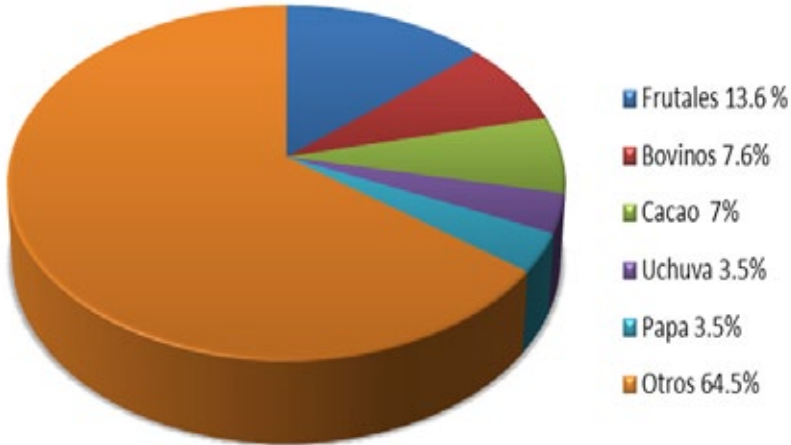


Figura 2. Experiencia previa de los asistentes a los talleres de socialización en el tema de bioprospección en diferentes cadenas productivas.

3.6.1. Resultado de los talleres de socialización: Demandas, objetivos, actividades y productos

En los talleres de socialización del programa de bioprospección en las diferentes regiones del país y en el taller junto con los expertos nacionales para cada una de las cadenas productivas (agrícola-pecuario), se analizaron las demandas propuestas por los representantes para cada uno de los proyectos piloto. Teniendo en cuenta las recomendaciones de los expertos internacionales fueron priorizados para cada cadena los siguientes aspectos: demanda, objetivos, actividades y productos. Para ganadería se priorizaron especies de carne, leche y ovino-caprino, ésta última

especie para la Guajira. En agricultura se priorizaron cacao como especie perenne y de estrategia nacional, y solanáceas papa como cultivo de seguridad alimentaria y uchuva como un frutal exótico, con demanda internacional y altas exportaciones, especialmente hacia Europa. Las temáticas priorizadas serán desarrolladas en detalle en el capítulo 4.

BIBLIOGRAFÍA

- Cruz V E (2012) Declaración de intenciones de colaboración para la puesta en marcha de una Red Iberoamericana de Investigadores. Asociación Universitaria Iberoamericana de Postgrado (AUIP). . [en línea]. [Fecha de consulta: Mayo 17/2012]. Disponible en: <http://www.auiop.org/index.php/es/redes-de-investigacion>.
- Organización Mundial de Propiedad Intelectual (OMPI). 2004. Redes de Investigación y propiedad intelectual. Publicación de la OMPI No. 921(S). ISBN 92-805-1370-2. Correo electrónico: wipo.mail@wipo.int http://www.wipo.int/freepublications/es/intproperty/921/wipo_pub_921.pdf. Mayo 17/2012.
- Perozo M (2006) Redes de investigación e innovación en la universidad venezolana. Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura ISSN 1315-3617 versión impresa. v.12 n.2 Caracas jul. 2006. http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-36172006000200011&lng=es&nrm=is. Mayo 17/12.