

Evaluación de los impactos potenciales de los proyectos financiados por FONTAGRO

Segunda y Tercera Convocatorias

Flavio Dias Avila
Gustavo Sain



© 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 Antonio Flavio Dias Avila y Gustavo Sain.

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

Evaluación de los impactos potenciales de los proyectos financiados por el FONTAGRO 2da y 3ra convocatorias / IICA, FONTAGRO – San José, C.R.: IICA, 2007.
110 p. ; 19 x 27 cm.

ISBN13: 978-92-9039-828-8

1. Evaluación 2. Proyectos de investigación
3. Cooperación técnica I. IICA II. FONTAGRO III. Título

AGRIS
E14

DEWEY
338.181

Índice

Presentación	7
1. ANTECEDENTES, OBJETIVOS Y ORGANIZACIÓN DEL INFORME	9
1.1. ANTECEDENTES	9
1.2. RESULTADOS Y RECOMENDACIONES DE LA EVALUACIÓN DE LA PRIMERA CONVOCATORIA	11
1.3. OBJETIVOS Y ORGANIZACIÓN DEL REPORTE	13
2. MARCO CONCEPTUAL, METODOLOGÍA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	16
2.1. MARCO CONCEPTUAL DE LA EVALUACIÓN	16
2.1.1. Consecuencias para la evaluación	18
2.1.2. Posibles estrategias	18
2.2. TIPOS DE PROYECTOS E IMPLICACIONES METODOLÓGICAS	20
2.2.1. Características relevantes y clasificación de los proyectos	20
2.3. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN DEL IMPACTO EN LAS DIFERENTES DIMENSIONES	23
2.3.1. Dimensión económica	23
2.3.2. Evaluación de los impactos ambientales	29
2.3.3. Impactos en la dimensión social	33
2.3.4. Dimensión política-institucional y de capacitación .	36
2.4. INSTRUMENTOS DE MEDIDA Y FUENTES DE INFORMACIÓN	37
3. RESULTADOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PROYECTOS	39
3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	39
3.2. RESULTADOS DE LOS PROYECTOS Y EVIDENCIAS DE IMPACTO	41
3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS. IMPLICACIONES PARA LA EVALUACIÓN	53
4. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS.	55
4.1. DIMENSIÓN ECONÓMICA	55
4.1.1. Análisis de costo-beneficio	56
4.1.2. Distribución de beneficios y efectos de desborde .	58
4.1.3. Resumen del impacto económico	59

4.2.	DIMENSIÓN AMBIENTAL	60
4.2.1.	Análisis del impacto ambiental por proyecto	60
4.2.2.	Resumen del impacto ambiental	63
4.3.	DIMENSIÓN SOCIAL	64
4.3.1.	Análisis del impacto social por proyecto	64
4.3.2.	Resumen del impacto potencial social	68
4.4.	DIMENSIÓN POLÍTICA-INSTITUCIONAL Y DE CAPACITACIÓN Y APRENDIZAJE	70
4.4.1.	Análisis del impacto social por proyecto	70
4.4.2.	Resumen del impacto potencial institucional y capacitación	75
4.5.	DIMENSIONES CONSOLIDADAS	76
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1.	ASPECTOS GENERALES Y CONCEPTUALES	78
5.2.	LOS PROYECTOS EN EL MARCO DE LA INNOVACIÓN	80
5.3.	IMPACTOS POTENCIALES EN LAS DIFERENTES DIMENSIONES	82
5.3.1.	Dimensiones consolidadas	83
6.	BIBLIOGRAFÍA	84

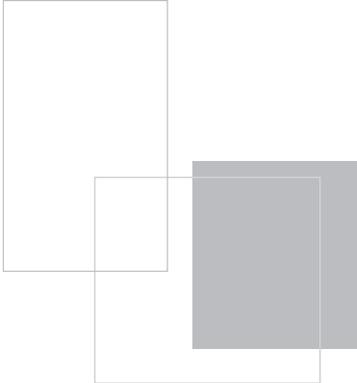
CUADROS

CUADRO 1.	Contribuciones recibidas de los países miembros y el ciid al fontagro (US\$)(*).	10
CUADRO 2.	Listado de la población de proyectos	13
CUADRO 3.	Tipos de resultados de los proyectos	21
CUADRO 4.	Identificación de beneficiarios directos y finales de un proyecto	22
CUADRO 5.	Indicadores buscados en la dimensión social	35
CUADRO 6.	Criterios evaluados en la dimensión de política institucional y capacitación	36
CUADRO 7.	Escala usada variable cambio o impacto del proyecto sobre un indicador:	38
CUADRO 8.	Proyectos que proveyeron información relevante para la evaluación.	38
CUADRO 9.	Clasificación de los grandes resultados obtenidos	54
CUADRO 10.	Proyectos de fontagro evaluados del punto de vista económico.	55

CUADRO 11. Principales países beneficiarios de los proyectos evaluados económicamente.	58
CUADRO 12. Síntesis de los impactos ambientales de los cinco proyectos evaluados.	63
CUADRO 13. Impacto potencial proyecto fríjol voluble.	65
CUADRO 14. Impacto potencial proyecto royas en trigo	66
CUADRO 15. Impacto potencial proyecto calidad sanitaria en acuicultura	67
CUADRO 16. Resumen de los impactos en el ámbito social	69
CUADRO 17. Impacto potencial proyecto frijol voluble.	70
CUADRO 18. Impacto potencial proyecto trigo pan	72
CUADRO 19. Impacto potencial proyecto acuicultura	73
CUADRO 20. Impacto potencial proyecto palma aceitera.	74
CUADRO 21. Impacto potencial proyecto pastos	75
CUADRO 22. Consolidado de los impactos de los proyectos en las tres principales sub dimensiones de la dimensión político-institucional	76
CUADRO 23. Consolidación de la evaluación de los impactos en las cinco dimensiones.	77

FIGURAS

FIG. 1. Los diferentes espacios y actores en las actividades de investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, e innovación.	17
FIG. 2. Diferentes focos con diferentes dimensiones para evaluación.	17
FIG. 3. Excedente económico generado por la adopción de innovaciones tecnológicas.	23
FIG. 4. Excedente generado por innovaciones que aumentan la producción.	25
FIG. 5. Excedente generado por innovaciones que reducen costos de producción.	26
FIG. 6. Características básicas de la población de proyectos por ser evaluados.	40
FIG. 7. Análisis de la rentabilidad de las inversiones del FONTAGRO (segunda y tercera convocatorias): análisis de sensibilidad de la tasa interna de retorno	57
FIG. 8. Posicionamiento de los proyectos de acuerdo con el marco conceptual	81
FIG. 9. Situación actual y dirección de los proyectos hacia la innovación.	81



Presentación

El presente trabajo se enmarca en un proceso de cooperación técnica del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) al Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), orientado a la identificación y cuantificación de los diferentes tipos de impactos, logrados o potenciales, producidos por los proyectos de investigación financiados por el Fondo durante la segunda y tercera convocatoria.

Este es el segundo trabajo de evaluación que se realiza en el marco de un convenio de cooperación técnica entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el IICA, dirigido a apoyar la consolidación del Fondo, fortalecer institucionalmente la Secretaría Técnico-Administrativa (STA) y desarrollar acciones de cooperación técnica por parte del IICA y particularmente en los aspectos de evaluación de impacto, seguimiento técnico y divulgación de resultados.

El trabajo de evaluación de impacto contó con la coordinación técnica del Área de Tecnología e Innovación del IICA y fue elaborado por el Dr. Antonio Flavio Dias Avila, Especialista de la EMBRAPA, y el Dr. Gustavo Saín, Director del Centro de Estudios Sociales Económicos y Ambientales (CESEA), especialista en temas de evaluación y Exdirector de la Unidad de Economía del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para Centroamérica y el Caribe.

Se brinda un agradecimiento a Guillermo Grajales, especialista del IICA de apoyo al Fondo; a la STA del FONTAGRO, en especial a Nicolás Mateo, por los aportes técnicos al trabajo de evaluación y por la obtención de la información y contactos con los coordinadores de los proyectos. De igual manera, damos un profundo agradecimiento a todos los coordinadores y equipo técnico de los proyectos evaluados, quienes contribuyeron con la información requerida, sin la cual no hubiera sido posible alcanzar los resultados esperados. También agradecemos a David Rodríguez, especialista del Área de Tecnología e Innovación, por sus comentarios y sugerencias con miras a la publicación del presente documento.

Enrique Alarcón, PhD.

Director del Área de Tecnología e Innovación
Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento del IICA

Antecedentes, objetivos y organización del informe

1

Capítulo

1.1. Antecedentes

El FONTAGRO se estableció en 1998, bajo el patrocinio del BID y el IICA, y fue constituido mediante el aporte de recursos de sus países miembros (Argentina, República Dominicana, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador, Bolivia, Perú, Chile, Paraguay, Uruguay y Honduras).

El Convenio ATN/SF-6486-RG entre el BID y el IICA, ejecutado entre mayo de 1999 y abril del 2002, permitió al FONTAGRO el financiamiento de doce proyectos de investigación en la primera convocatoria (1998). Posteriormente, por medio de convenios con otras instituciones, se financiaron ocho proyectos en la segunda (1999) y nueve en la tercera (2001). Todos los proyectos de la primera convocatoria, siete de la segunda y tres de la tercera han finalizado de forma exitosa sus actividades y logrado los objetivos específicos propuestos (FONTAGRO 2004).

En el Cuadro 1 se muestran los aportes de los compromisos adquiridos por los países y los recursos adicionales obtenidos por el Fondo, los cuales han permitido hasta el momento llegar a un monto de alrededor de US\$ 36,8 millones correspondientes a las contribuciones de 14 países, más el CIID.

Cuadro 1.

Contribuciones de los países miembros y el CIID al FONTAGRO en dólares estadounidenses			
País	Compromisos	Contribuciones(*)	%
Argentina	20 000 000	499 980	2,5
Bolivia	2 500 000	2 500 000	100
Chile	2 500 000	2 500 000	100
Colombia	10 000 000	1 804 403	18
Costa Rica	500 000	194 712	39
Ecuador	2 500 000	2 500 000	100
Honduras	2 500 000	512 298	20
Nicaragua	2 500 000	1 000 000	40
Panamá	5 000 000	4 749 975	95
Paraguay	2 500 000	2 000 000	80
Perú	2 500 000	2 500 000	100
República Dominicana	2 500 000	2 500 000	100
Uruguay	5 000 000	1 400 745	28
Venezuela	12 000 000	12 000 000	100
CIID	100 000	146 711	147
Total	72 600 000	36 808 824	50

(*) A Marzo 2007.

Fuente: FONTAGRO 2007 y consultas al Fondo.

Los datos del Cuadro 1 indican que del total de países de América Latina y el Caribe (ALC), sólo 14 se han comprometido con el Fondo, y de éstos sólo 7 (50%) han manifestado un compromiso del 100%. La participación del resto ha sido parcial, desde un 2.5% correspondiente a Argentina, hasta un 95% en el caso de Panamá. Esta participación parcial y en particular la falta de compromiso de los países “grandes” condujeron a la hipótesis de que

no existe una clara percepción en algunos países acerca de las ventajas y desventajas de participar en el FONTAGRO. Por ello, con el apoyo del IICA, desde finales del año 2004 el Fondo inició un esfuerzo para cuantificar y difundir los impactos reales o potenciales de los proyectos. Con ese fin, durante el año 2005 se realizó una evaluación de los impactos potenciales de las innovaciones generadas por los 12 proyectos de investigación financiados por el FONTAGRO en su primera convocatoria (FONTAGRO, 2007).

1.2. Resultados y recomendaciones de la evaluación de la primera convocatoria

Los impactos potenciales de los proyectos evaluados son en general positivos en todas las dimensiones consideradas (económica, ambiental, social, política institucional y de capacitación). La evaluación económica muestra tasas de retorno acordes con los estándares en la literatura. Sin embargo, se detectan asimetrías entre los beneficios obtenidos y los aportes al Fondo en los países participantes en los proyectos. Estas diferencias son parcialmente explicables en función de la naturaleza de los proyectos, del tipo predominante de estructura productiva en los países potencialmente beneficiarios de los resultados de los proyectos y de la existencia de proyectos regionales dentro de países en un mismo megadominio.

Estas características permiten, entonces, la presencia de efectos de desborde entre países, puesto que los resultados del proyecto se comportan como un bien “club” dentro del megadominio. Por ello cuando los integrantes del proyecto son un subconjunto de este megadominio, existen fuertes efectos de desborde que desincentivan la participación en el Fondo (Avila *et al.* 2005).

En términos generales, a pesar de que la mayoría de los proyectos tenían como objetivo llegar hasta el consumidor final (o sea, a la apropiación social del producto generado), se observó que el mayor enfoque es hacia el desarrollo de conocimiento más que hacia la innovación. Es decir, existe un tipo de “profecía no realizada” en términos de la capacidad de los proyectos para tener éxito como fuentes de innovación. Para llegar a ello, es necesario cambiar la propia concepción del proyecto, incluso desde su diseño inicial, la participación y la articulación con los actores responsables por la apropiación de los resultados.

Asimismo, el equipo evaluador realizó un conjunto de cinco recomendaciones:

▲ **Recomendación 1:** Se considera importante abordar de forma analítica y preactiva el estudio de los incentivos de los países a participar en el fondo, y los factores que los determinan. La información provista por esta evaluación es un primer paso en esa dirección.

▲ **Recomendación 2:** El FONTAGRO debe hacer un esfuerzo mayor para difundir los resultados de los proyectos, cuyos resultados son mayormente información (del tipo 3, como se explica más adelante en el texto) para que sean apropiados adecuadamente por los grupos sociales que pueden usar el conocimiento para producir cambios eventualmente sustantivos.

▲ **Recomendación 3:** Los proyectos financiados por el FONTAGRO deben ocuparse de la definición de derechos de propiedad en trabajos cuyos objetivos sean promocionar la innovación tecnológica. El FONTAGRO debe promover esta discusión, análisis y eventual apoyo a los respectivos marcos normativos.

▲ **Recomendación 4:** Se considera necesario que el FONTAGRO se oriente hacia la institucionalización de procesos de evaluación y desarrollo de metodologías que permitan combinar varias dimensiones con el mismo marco conceptual y metodológico.

▲ **Recomendación 5:** Si se quieren ampliar los impactos, (y así es la orientación del Consejo Directivo del FONTAGRO), es necesario modificar la propia definición de un proyecto en el ámbito del Fondo. Con respecto a esto, se debe señalar que en las demás convocatorias, el FONTAGRO ha conducido una parte importante de sus recursos exactamente para la estrategia de acercamiento de la innovación, lo que sí conlleva a impactos más expresivos en todas las dimensiones aquí estudiadas.

1.3. Objetivos y organización del reporte

Una de las preguntas planteadas en la primera evaluación fue si los resultados podrían estar condicionados a características particulares de la primera convocatoria, por lo que el Fondo y el IICA consideraron prudente evaluar una muestra de por lo menos dos proyectos (30%) de la segunda convocatoria y uno (33%) de la tercera que hayan finalizado su ejecución. En el Cuadro 2 se presenta un listado de los 10 proyectos de la segunda y tercera convocatoria que han finalizado y que se consideran como la población de proyectos sobre la cual se extraerá la muestra.

Cuadro 2.

Listado de la población de proyectos			
Nº	Convocatoria	Título completo	Título corto FONTAGRO
1	2	Desarrollo de cultivares de plátano y banano con resistencia a sigatoka negra para América Latina	Cultivares plátano-banano
2	2	Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en fríjol voluble autóctono de la región alto andina	Fríjol voluble, alto andino
3	2	Desarrollo de una estrategia para la obtención de resistencia durable a <i>Pyricularia grisea</i> en arroz en el Cono Sur	Arroz, Piricularia, Cono Sur
4	2	Diseminación por embriogénesis somática y evaluación a gran escala en América Central y República Dominicana de variedades F1 mejoradas de café arábica y de las variedades post-injerto "Numaya" tolerantes a las principales enfermedades y plagas y de lata productividad	Embriogénesis en café

5	2	Identificación y utilización de resistencia genética durable a Royas en trigo pan	Royas en trigo
6	2	Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición de cogollo en palma de aceite	Palma de aceite
7	2	Capacitación e investigación para el manejo integrado de sigatoka negra en plátano en América Latina y el Caribe	MIP Sigatoka plátano
8	3	Mejoramiento de la calidad sanitaria de especies que sustentan la acuicultura en América Latina a través de terapias de inducción de inmunidad natural	Calidad sanitaria en acuicultura
9	3	Desarrollo tecnológico para el manejo de poscosecha de la guayaba en Colombia y Venezuela	Poscosecha en guayaba
10	3	Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del río de la plata y la patagónica: Desarrollo de sistemas de evaluación y pronósticos de la productividad primaria	Recursos genéticos en pastizales

Fuente: *Elaboración propia.*

El objetivo principal de esta segunda evaluación consistió en dar seguimiento a la **evolución del Fondo en cuanto a indicadores claves, como tipo de proyectos financiados, monto y distribución de beneficios y rentabilidad de la inversión en el Fondo, entre otros. Adicionalmente se espera que los resultados se puedan comparar con aquellos encontrados en la evaluación de la primera convocatoria y validar o no las recomendaciones hechas a partir de esos resultados.**

Al igual que en el primer caso, se trata de una evaluación de impactos potenciales, realizada con base en los impactos iniciales verificados para los primeros adoptantes o en función de los impactos esperados. Dada la naturaleza de los productos generados- muchos de los cuales son resultados intermedios que a su vez serán usados por los países e instituciones participantes como insumos de nuevas investigaciones- las estimaciones son preliminares, o sea, no se basan en resultados concretos en el campo. Por consiguiente, los resultados de la evaluación deben tomarse como indicativos de los beneficios esperados y su uso por parte de los países de la región. Lo importante no es el monto o valor del índice estimado, sino la dirección o sentido del impacto observado. Es importante considerar las evidencias que muestran que los impactos ocurrirán a corto o mediano plazo, debido a su naturaleza o a la dinámica de adopción de productos similares generados por las organizaciones de investigación participantes.

El presente informe se organiza de la siguiente manera. La segunda sección presenta aspectos conceptuales y metodológicos. La tercera sección presenta los resultados de la clasificación de los proyectos en la **población** con base en el análisis de sus principales características. La cuarta sección presenta los resultados de la evaluación del impacto en las diferentes dimensiones de la **muestra** de proyectos. En la quinta sección se presentan las conclusiones y lecciones aprendidas, así como las recomendaciones finales de la evaluación.

2

Capítulo

Marco conceptual, metodología y fuentes de información

2.1. Marco conceptual de la evaluación

El trabajo en gerencia de proyectos de desarrollo tecnológico desde la perspectiva de la innovación requiere considerar algunos principios que cambian el análisis tradicional de gestión de estos proyectos. A pesar de que el concepto más aceptado de innovación en la literatura no considera algunos elementos importantes de los proyectos orientados a la generación de bienes públicos, sí caracteriza el espíritu de lo que se propone como innovación tecnológica. Por otra parte, otras concepciones del término se adecuan mejor al espectro de actividades caracterizadas como de innovación, incluso innovaciones tecnológicas y otras como organizacionales y de servicios.

Ambas concepciones propugnan el mercado como el marco fundamental que determina la ocurrencia de una innovación. Sin disminuir la importancia del mercado para caracterizar el momento de selección de una nueva tecnología, es útil considerar una perspectiva más amplia para caracterizar innovación en países menos desarrollados o donde las cadenas no son tan bien organizadas y coordinadas. El esfuerzo del Manual de Bogotá (2001) por ejemplo, es una tentativa de encontrar indicadores y conceptos más adecuados a la realidad de los países de la región. En este trabajo se adopta una combinación de ambas concepciones y se entiende por innovación **“... el momento en el cual se verifica la apropiación social (vía mercado o no) de productos, servicios, procesos, métodos y sistemas que no existían anteriormente, o con alguna característica nueva y diferente de la vigente”**.

La apropiación del conocimiento o de la tecnología es el punto clave en el proceso de innovación y esta apropiación social no se realiza exclusivamente vía mercado (Salles Filho *et al.* 2000a). La implicación más inmediata para gerencia y evaluación de proyectos es una mayor complejidad en comparación con perspectivas más tradicionales de ciencia y tecnología *stricto sensu*. En otras palabras, asumir la perspectiva de la innovación significa considerar un conjunto más amplio y complejo de actores y espacios que normalmente no son considerados en enfoques que no se ocupan de la innovación (la apropiación social del beneficio generado) (Salles Filho *et al.* 2000a). En la Figura 1 se ilustran estos conceptos.

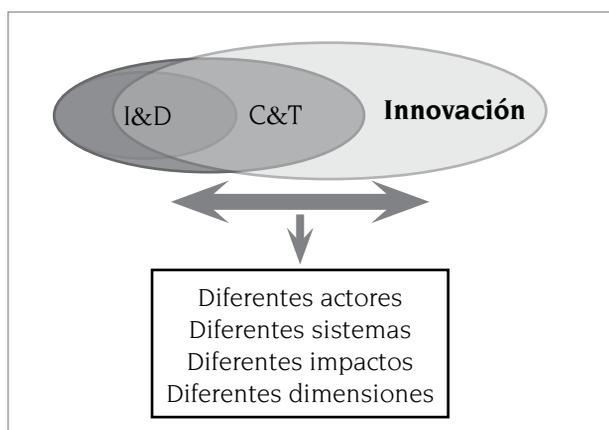


Figura 1. Los diferentes espacios y actores en las actividades de investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, e innovación.
Fuente: *Elaboración propia.*

Como se puede apreciar en la Figura 2, el perfil del proyecto determinará el mayor o menor énfasis sobre las distintas fases del proceso de innovación.

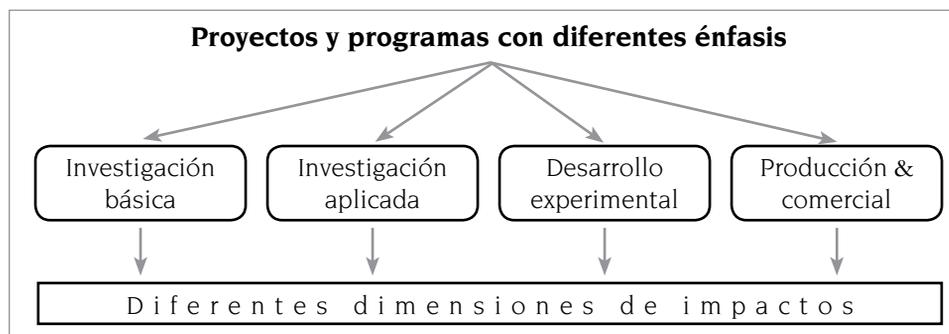


Figura 2. Diferentes focos con diferentes dimensiones para evaluación.
Fuente: *Elaboración propia.*

Así pues, existen muchas formas de evaluar impactos y resultados de proyectos de desarrollo científico y tecnológico y de innovación. En realidad, este es uno de los más controvertidos temas que se relacionan con la gestión de proyectos y programas. Evidentemente, la administración de proyectos de ingeniería (construcción de una carretera, una máquina, entre otros) es más previsible que aquella relacionada con proyectos de desarrollo tecnológico. Aunque ningún proyecto puede ser totalmente previsible (lo imponderable no nos deja alternativas), quizás es más difícil conducir el monitoreo y principalmente la evaluación de proyectos y programas de desarrollo científico y tecnológico. Por mejor diseñado que se presente un proyecto o un programa de C&T y por más que los detalles estén previstos desde el comienzo, es probable que ocurran desvíos y aparezcan elementos inesperados (Salles Filho *et al.* 2000b; Braunschenwig *et al.* 2001; Georghiou & Roessner, 2000). Muchas veces estos elementos producen cambios radicales. El azar es una de las piezas fundamentales del avance del conocimiento. Evidentemente hay casos más o menos susceptibles a factores imponderables.

Aquí es importante enfatizar que cuanto más se acerque un proyecto a la frontera del conocimiento, más susceptible estará a eventos fortuitos, no previsible. También se puede afirmar que los proyectos que actúan en áreas consolidadas son, en contrapartida, menos susceptibles a eventos casuales, pero esto no significa que sean más previsible.

2.1.1. Consecuencias para la evaluación

Dos consecuencias son particularmente importantes para el tema de evaluación de resultados y de impactos de proyectos de desarrollo científico y tecnológico. La primera se refiere al hecho de que una parte importante de los productos solamente será conocida después de finalizado el proyecto. La segunda consecuencia se refiere a la dificultad de cuantificación de productos intangibles, los que seguramente están presentes en proyectos donde la dimensión aprendizaje está presente (Salles Filho *et al.* 2000b)¹.

2.1.2. Posibles estrategias

Una de las conclusiones –ya hace tiempo elucidada– dirigida a intentar paliar ambas consecuencias, se refiere a la necesidad de emplear métodos flexibles y capaces de medir efectos directos e indirectos, como los efectos

¹ La producción de spin-offs y spillovers se refiere al hecho de que una parte importante de los productos solamente será conocida ex post (spin-offs y spillovers son reglas, no excepciones).

de desborde, productos derivados y productos intangibles. Cada vez es más importante tener una visión amplia sobre los impactos causados por las inversiones en tecnología. Desde el punto de vista de los riesgos asociados, hasta de los beneficios generados (económicos, sociales, ambientales, de calidad de vida etc.), hay una tendencia a la construcción de metodologías más complejas y capaces de ir más allá de la generación de excedentes económicos (Stern 1993).

Con respecto a las evaluaciones económicas, existe un conjunto bastante desarrollado de metodologías que están siendo aplicadas desde la década de los sesentas. Sus principios y sus abordajes son bien aceptados y no resultan muy controversiales, aunque son cuestionables las medidas que asocian las inversiones en I&D con los resultados de producción logrados en determinado programa o proyecto. Lo mismo se puede decir de los métodos de evaluación de impactos ambientales derivados de proyectos de desarrollo científico y tecnológico. En este momento, en varias partes del mundo, se encuentra todo tipo de especialistas dedicados a crear métodos ágiles y sencillos de evaluación de los impactos producidos por el uso de organismos genéticamente modificados. El nivel de incertidumbre es elevadísimo y las variables, infinitas, incluso porque no se pueden aislar sin pérdida de información.

Por otro lado, hay un interés creciente por medir los activos intangibles, productos casi obvios de programas y proyectos de C&T. En la actualidad, por la importancia creciente que la inversión en conocimiento tiene sobre la competitividad de empresas, sectores y países y por la necesidad de mantener programas de capacitación, aun sin una aplicabilidad obvia e inmediata, muchos de los productos de estos programas y proyectos son más bien intangibles y difíciles de identificar y cuantificar.

Por esto, existe una creciente preocupación por incorporar otras dimensiones a la evaluación de impactos, y no sólo la económica, lo que ampliaría su alcance mediante el aporte de ponderaciones e intereses desde otras dimensiones, por ejemplo: la monetización de valores ambientales, de salud, sociales, etc. (Salles Filho *et al.* 2000b). Estas ponderaciones son muy importantes para obtener una evaluación más próxima a los aspectos involucrados en ciencia y tecnología. Crear conocimiento y transformarlo en bienes y servicios, es una actividad compleja en la que hasta un aparente fracaso puede generar conocimiento de gran utilidad en otras situaciones, presentes o futuras.

En este sentido, cuantificar la generación de conocimiento y la capacitación generada con las inversiones en C&T es hoy casi un imperativo para justificar la permanencia de un conjunto amplio de proyectos y programas que de otra forma podrían ser excluidos por no presentar un impacto económico claro y positivo. Excluir algo aparentemente no generador de excedentes económicos, puede significar hoy la ausencia de capacidades para competir en proyectos futuros. Evaluar los *trade-offs* relativos al aporte de recursos en C&T no es tarea fácil. No intentar hacerlo adecuadamente puede resultar muy costoso.

La combinación de distintas pero interconectadas dimensiones en el proceso de evaluación de proyectos y programas es la clave para informar correctamente al tomador de decisiones. La creciente complejidad del trabajo de investigación y desarrollo y sus conexiones con el proceso de innovación tecnológica implica orientarse hacia métodos de evaluación multidimensionales. No hacerlo constituye el riesgo de desatender la importancia que tiene la innovación en el mundo.

En este estudio se ha decidido trabajar con cuatro dimensiones:

- a) Económica
- b) Ambiental
- c) Social
- d) Político, institucional y de capacitación².

2.2. Tipos de proyectos e implicaciones metodológicas

2.2.1. Características relevantes y clasificación de los proyectos

Al igual que en la evaluación de la primera convocatoria, se clasificaron los proyectos evaluados usando la propiedad del conocimiento de ser acumulativo y progresivo (Foray 2004) en tres grandes categorías (Cuadro 3).

² En la evaluación de la primera convocatoria se diferenció entre la dimensión político – institucional y de capacitación. En este caso se decidió agruparlas en una dimensión y reconocer tres subdimensiones: (i) política, (ii) institucional y (iii) de capacitación.

Cuadro 3.

Tipos de resultados de los proyectos de acuerdo con dos características.			
		Capacidad de acumulación	
		Precompetitivas	Competitivas
Innovaciones	Tecnológicas	<i>Proyectos Tipo 1</i>	<i>Proyectos Tipo 2</i>
	De información	<i>Proyectos Tipo 3</i>	

Fuente: *Elaboración propia.*

- **Proyectos tipo 1:** Se incluyen aquellos proyectos cuyos principales resultados constituyan una innovación tecnológica precompetitiva, es decir, que puede ser usada posteriormente en el proceso de innovación para finalmente producir una opción comercial. Por ejemplo: germoplasma mejorado, el cual lleva eventualmente a la obtención de variedades mejoradas.
- **Proyectos tipo 2:** Son aquellos proyectos cuyos principales resultados directos sean una innovación tecnológica competitiva de aplicación directa en el proceso de producción de la cadena agroalimentaria a la que estaba dirigido. Por ejemplo: variedades mejoradas cuya adopción por parte de los agricultores produce cambios en la productividad y o calidad del producto.

En este caso, los usuarios directos coinciden con los beneficiarios finales. Por ejemplo, si el resultado del proyecto son variedades mejoradas, cuya adopción por los agricultores produce cambios en la productividad y o calidad del producto, entonces los usuarios directos y los beneficiarios finales son los productores que adoptan estas variedades mejoradas.
- **Proyectos tipo 3:** Son aquellos proyectos cuyos productos directos determinan una innovación en forma de información, conocimiento precompetitivo o competitivo, o mejor conocimiento, que permita un cambio en el sistema donde el sector agroalimentario desarrolla sus actividades. Por ejemplo: información sobre factores que afectan la adopción, la cual si es usada por la política tecnológica podría llevar a mejorar el uso de innovaciones existentes.

Los proyectos agrupados en los tipo 1 y 2 se insertan en procesos formales de investigación, los cuales generalmente se encuentran en ejecución en los programas nacionales. De esta manera, el financiamiento provisto por el Fondo contribuye con este proceso. La diferencia entre ambos tipos es que

en el caso de proyectos tipo 1, la contribución del FONTAGRO se inserta en etapas tempranas del proceso, mientras que en el tipo 2, la contribución se produce cuando el proceso se encuentra en etapas más avanzadas orientadas a un producto de consumo final o competitivo.

La inserción en procesos formales de investigación implica que este tipo de productos tengan una mayor probabilidad de ser usados que aquellos de tipo 3, cuyos resultados generalmente no entran en procesos formales y porque su uso requiere de mayor difusión y apropiación por parte de los usuarios directos (gerentes de investigación y de política).

La naturaleza de los resultados de ser precompetitivos implica también distinguir entre la población de usuarios inmediatos de los resultados y la población de beneficiarios finales del proyecto por tipo de proyecto (Cuadro 4).

Cuadro 4.

Identificación de beneficiarios directos y finales de un proyecto			
Resultados	Usuarios directos	Producto final	Beneficiarios finales
Tipo I: Innovaciones tecnológicas precompetitivas	Científicos en el proceso formal de I&D	Producto final incorporado o por ser incorporado en procesos productivos.	Grupos sociales que se beneficiarían del uso de los productos finales: productores, consumidores rurales y urbanos, sociedad en general.
Tipo II: Innovaciones tecnológicas competitivas	Transferencia de tecnologías. Grupos sociales que se beneficiarían del uso de los productos finales: productores, consumidores rurales y urbanos, sociedad en general.	Igual al resultado del proyecto	Grupos sociales que se beneficiarían del uso de los productos finales: productores, consumidores rurales y urbanos, sociedad en general
Tipo III: Innovaciones en forma de información	Gerentes de I&D. Responsables de política en el nivel nacional/ regional	Políticas mejoradas	Grupos sociales que se beneficiarían de la toma de decisiones: productores, consumidores rurales y urbanos, sociedad en general.

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Metodología para la medición del impacto en las diferentes dimensiones

2.3.1. Dimensión económica

El enfoque del excedente económico permite que se estime el beneficio económico generado por la adopción de innovaciones tecnológicas, comparado con una situación anterior en que la oferta del producto dependía de la tecnología tradicional. En la Figura 3, el área azul representa el excedente.

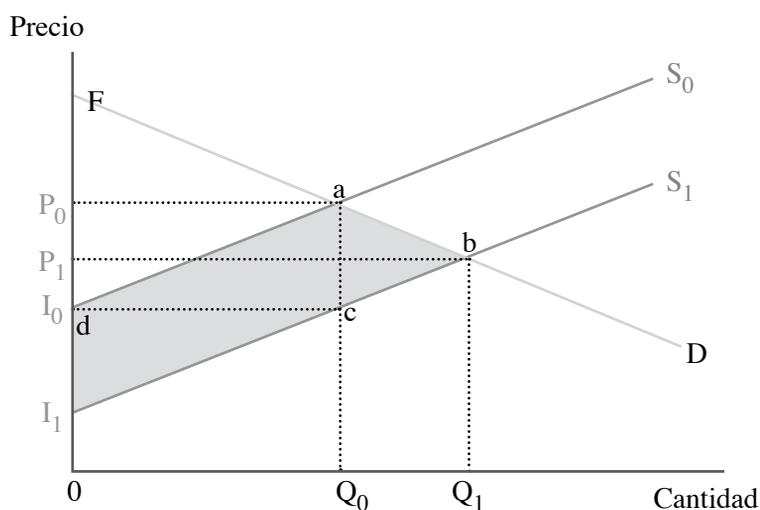


Figura 3. Excedente económico generado por la adopción de innovaciones tecnológicas.

Fuente: Kislev y Hoffman 1978.

Para la estimación del excedente económico, se utilizan los coeficientes de elasticidad de precio de la oferta y de la demanda del producto evaluado, la tasa de desplazamiento de la curva de la oferta que resulta de la adopción de innovaciones tecnológicas, y los precios y cantidades ofrecidas.

Para calcular el área correspondiente al excedente económico generado por la investigación agropecuaria, se han usado diversas fórmulas, dependiendo

de las hipótesis relativas a las curvas de oferta y demanda³. Hayami y Akino (1977), por ejemplo, utilizaron la fórmula abajo especificada en la evaluación del impacto económico de la investigación de arroz en riego en Brasil. Con base en lo demostrado en la Figura 3, el excedente económico puede ser estimado a través de la siguiente fórmula:

$$\text{Excedente} = \frac{K * (P_m * Q_m) + (P_m * Q_m) * K * (1 + \alpha)^2}{2 * (\alpha + \beta)}$$

En donde:

K = tasa de desplazamiento de la curva de oferta

$(P_m \times Q_m)$ = valor anual de producción

α = elasticidad de la demanda

β = elasticidad de la oferta

En los estudios de evaluación de impacto, la tasa de desplazamiento (K) de la curva de oferta ha sido calculada utilizando las diferencias de rendimiento entre las tecnologías en uso y las tecnologías mejoradas, creadas por la investigación y las respectivas tasas de adopción. Con base en datos anuales de la tasa " K ", de los precios y cantidades de los productos involucrados y de la tasa de adopción, se estiman los beneficios o excedentes económicos anuales generados por la investigación en el período analizado. En la medida en que el flujo de beneficios se relacione con los costos de la investigación, se puede evaluar la rentabilidad de las inversiones mediante la tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio/costo (B/C) o valor actual neto (VAN).

En las evaluaciones de impacto económico hechas en EMBRAPA (Cruz *et al.* 1982; Barbosa *et al.* 1988, entre otras), se utilizó una variante del concepto de excedente económico para el cálculo de los beneficios y se adoptaron hipótesis sobre la elasticidad de la oferta y la demanda diferentes de las usadas en la mayoría de los demás estudios realizados con base en este método. Esta hipótesis, que fue adoptada inicialmente por Tosterud *et al.* (1973) y después por Kislev y Hoffmam (1978), presenta dos variantes en cuanto a las elasticidades de oferta, dependiendo del tipo de impacto de la innovación tecnológica: a) aumento de producción (por rendimientos o

³ Para mayores detalles y uso de las diferentes opciones de cálculo del excedente económico, consulte el Capítulo 4 del libro de Alston *et al.* (1995).

expansión de área) - curva de demanda (D) perfectamente elástica y curva de oferta (S) vertical; y b) reducción de costos - curvas de oferta horizontal y demanda vertical (Figuras 4 y 5).

En el caso de aumentos de producción (Figura 4), ocurre el desplazamiento de la curva de oferta hacia la derecha (S_m) como consecuencia de la adopción de resultados de la investigación, y el precio del producto no es afectado ($P_t=P_m$). En este caso el desplazamiento se hace a lo largo de una curva de demanda horizontal.

Por otra parte, en la otra hipótesis (Figura 5) se ahorran insumos (reducción de costos). Esto implica que la curva de oferta se desplaza horizontalmente y la curva de demanda es vertical (Alston *et al.* 1995). Los excedentes económicos generados en las dos hipótesis mostrados en las figuras 4 y 5 corresponden, respectivamente, al aumento de producción (abQ_0Q_1) o a la reducción de costos (P_0aP_1b).

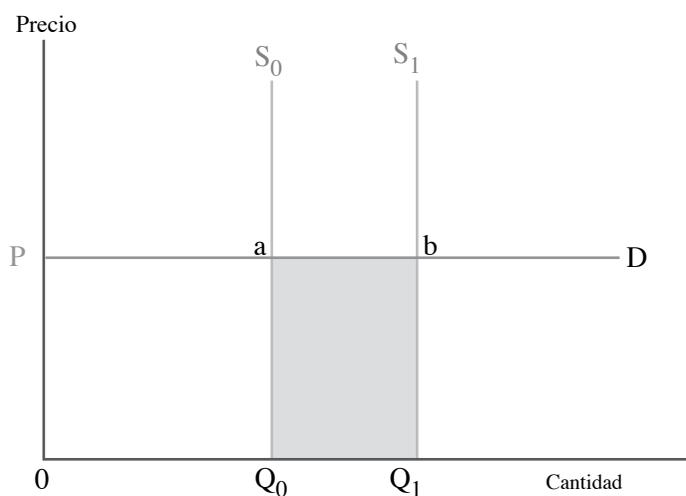


Figura 4. Excedente generado por innovaciones que aumentan la producción.
Fuente: Alston *et al.* 1995.

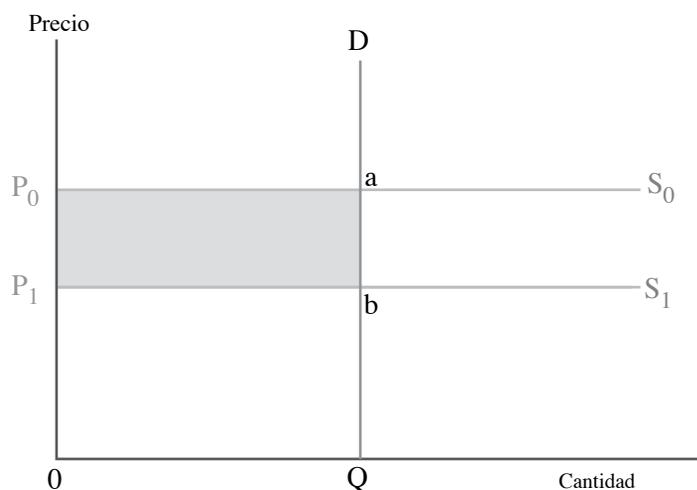


Figura 5. Excedente generado por innovaciones que reducen costos de producción.
Fuente: Alston et al. 1995.

A continuación se presentan las principales etapas que se han utilizado para evaluar los impactos económicos de los proyectos del FONTAGRO, mediante el enfoque del excedente económico, adoptado en la mayoría de las evaluaciones de impacto en la EMBRAPA.

a) Estimación de los beneficios económicos (\$)

Si se adopta la hipótesis de que la oferta agregada del producto agrícola es perfectamente inelástica y la demanda perfectamente elástica, los beneficios económicos potenciales de cada uno de los proyectos incluidos en esta evaluación han sido estimados en términos de los beneficios económicos adicionales promedio. Se estimaron los beneficios económicos potenciales que se espera que los productores vayan a obtener en caso que adopten las tecnologías resultantes de dichos proyectos. Los beneficios fueron estimados comparando el ingreso neto del productor que proporcionaría la nueva tecnología en relación con la tecnología usada anteriormente o “tradicional”.

b) Estimación de la participación de socios

En el proceso de cuantificación de los impactos económicos reales o potenciales de proyectos de investigación, es fundamental la estimación

de la participación de todas las instituciones o socios en el proceso de generación, adaptación y transferencia tecnológica. Con esto se evita atribuir a una determinada institución beneficios que, en realidad, deben atribuirse a diversas instituciones.

A pesar de la relativa subjetividad de este procedimiento, que podría introducir sesgos en la estimación de beneficios, es importante que se realice en la evaluación de impactos de proyectos de investigación agropecuaria del FONTAGRO. Se sabe que en la ejecución de proyectos de I&D se involucran diversas instituciones, donde en muchos casos ya existe investigación anterior acerca del mismo tema. Por otra parte, existe un alto grado de intercambio técnico-científico que ocurre paralelamente a dicho proceso de ejecución, tanto en el ámbito nacional y regional, como en otras partes del mundo.

c) Estimación de las tasas de adopción

La adopción de una nueva tecnología por parte del productor agropecuario o agroindustrial constituye un proceso bastante complejo, donde actúan diversos factores que afectan tanto el grado (uso integral o parcial de la tecnología o sistema) como la tasa de adopción (uso total o parcial de la superficie cultivada potencial, en el caso de productores rurales). Además, de un año a otro pueden cambiar ciertos factores, y favorecer u obstaculizar la adopción de determinada innovación.

Por otra parte, es importante que en estas estimaciones se considere que la dinámica del proceso de adopción difiere de una región a otra, tanto dentro del país de la institución líder del proyecto, como en la región vecina o agroecológica donde se espera que la tecnología sea adoptada. Para evitar sobreestimaciones en esta tarea, es importante usar información sobre el proceso de adopción de tecnologías similares en las mismas regiones. Por ejemplo, si se van a hacer estimaciones de tasas de adopción de una determinada variedad de trigo para el sur de Brasil, es fundamental que en este proceso se utilice la información más reciente disponible sobre la dinámica de adopción de este tipo de variedad en la misma región.

d) Distribución de los beneficios y efectos de desborde

Con base en las estimaciones de impacto económico, las tasas de adopción, su distribución regional y el tipo de beneficiarios, se puede analizar la distribución potencial de los beneficios generados por la investigación agropecuaria y los efectos de desborde.

e) Costos de la investigación

En el proceso de estimación del flujo total de costos de la investigación, se debe tener especial cuidado con la participación de otras instituciones en el proceso de generación tecnológica. Los costos de esta participación “externa” deben incluirse en el flujo de los costos cuando ésta es realmente efectiva, a menos que esa participación se esté excluyendo de los beneficios.

En la evaluación de los impactos esperados en el caso del FONTAGRO, la cuantificación de los costos es compleja, pues existe una serie de gastos generales de la investigación, donde no siempre es posible determinar la participación de las fuentes de financiamiento que permitan efectuar un prorrateo.

En el ámbito de los proyectos del FONTAGRO, ocurre otro problema, dado que los proyectos financiados, por lo general, representan la continuación de proyectos que estaban en desarrollo en una o más de las instituciones ejecutoras. Este es un tema que merece atención especial.

f) Rentabilidad de las inversiones del FONTAGRO

Para el análisis costo-beneficio o de rentabilidad de los proyectos del FONTAGRO, se utilizan tres indicadores: la tasa interna de retorno (TIR), la relación beneficio/costo (B/C) y el valor actual neto (VAN).

A continuación, se presentan las fórmulas que serán usadas para el cálculo de cada uno de estos indicadores de rentabilidad.

- **Tasa interna de retorno (TIR).** Es uno de los métodos más utilizados para estimar las tasas de retorno de las inversiones en investigación. La TIR es aquella tasa r que, aplicada a determinado flujo de beneficios ($B_t - C_t$, en este caso), se vuelve igual a cero. Deberá ser superior o igual al costo de oportunidad de otros gastos en la economía para que la inversión en investigación se considere rentable.
- **Valor actual neto (VAN).** O beneficio neto actualizado se define como el beneficio económico generado por la institución, estación o programa (B_t) menos el costo de éste (C_t), actualizados a la tasa de descuento usada en el mercado. En general, en las evaluaciones se calcula el VAN para varias tasas de interés, de acuerdo con las tasas aplicadas por el mercado financiero. En este caso, el uso del programa *DreamSur* para el análisis permite hacer los cálculos con tasas del 4%, 6%, 8% y 10%.

- **Relación beneficio/costo (B/C).** Se calcula dividiendo el beneficio económico o social total (Bt) por el costo (Ct), actualizados a una misma tasa de descuento. En el caso del *DreamSur*, se usa la tasa de descuento del 6%.

Los cálculos de cada uno de estos indicadores de rentabilidad en los proyectos del FONTAGRO serán realizados con *DreamSur*, dado que este programa dispone de estos cálculos automatizados, incluso del análisis de sensibilidad de la TIR.

2.3.2. Evaluación de los impactos ambientales

El método **AMBITEC** (Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental de la Innovación Tecnológica Agropecuaria), usado en el sistema de evaluación de impacto de EMBRAPA, se basa en tres aspectos: **eficiencia, conservación y recuperación ambiental**, las cuales se expresan a través de 8 indicadores y 38 componentes. A continuación se presentan las principales características de cada una de estas dimensiones.

1) Eficiencia tecnológica

La eficiencia tecnológica se refiere al aporte de la tecnología para la reducir la dependencia del uso de insumos, sean tecnológicos o naturales. Los indicadores de eficiencia tecnológica corresponden al uso de agroquímicos, energía y recursos naturales.

a) Uso de agroquímicos

El **uso de agroquímicos** está definido por el uso de pesticidas, evaluado con base en la alteración (debido a la aplicación de la tecnología) en la frecuencia, variedad de ingredientes activos, y toxicidad de los productos; y por el uso de fertilizantes, evaluado con base en la alteración de la cantidad de abonos hidrosolubles, enclado, y micronutrientes aplicados como consecuencia de la tecnología.

Una característica común a toda actividad agropecuaria es la búsqueda de producción de excedentes que puedan ser cosechados y utilizados para consumo en la propiedad o vendidos. Esta producción de excedente se hace a costa de nutrientes del suelo, que deben ser repuestos a una tasa compatible con su extracción.

Cuando la actividad agropecuaria es de una intensidad tal que las tasas naturales de reposición de nutrientes del suelo no son suficientes para reponer su extracción, éstos deben aplicarse en forma de fertilizantes. Por otra parte, con la finalidad de maximizar la producción, cualquier organismo que pueda reducir la productividad es controlado con pesticidas. Estos productos empleados para fertilización del suelo y control de plagas son genéricamente denominados agroquímicos.

Generalmente el uso de agroquímicos se considera inversamente proporcional a la sostenibilidad agropecuaria, por dos motivos principales: a) por ser recursos externos y tener un valor comparativo elevado, lo que impone así una importante salida de capital; y b) por tener un potencial alto de contaminación cuando no se emplean de forma adecuada. Existe una gran variedad de alternativas tecnológicas que contribuyen a reducir y racionalizar el uso de agroquímicos.

Entre las tecnologías de sustitución de fertilizantes figuran, por ejemplo, las rotaciones de cultivos, abono-verde, inoculación con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico, inoculación con micorrizas que facilitan la absorción de fósforo, cultivo de plantas que favorecen a estos microorganismos simbioses, y técnicas de labranza cero, como la siembra directa en el rastrojo. Los ejemplos de tecnologías dirigidas a la racionalización del uso de pesticidas incluyen métodos físicos de control, varias formas de control biológico, técnicas especiales de aplicación (ultra bajo volumen y pulverización electrostática, entre otras), uso de sustancias poco tóxicas o específicas, como feromonas, siembra de variedades resistentes y combinación de tecnologías incluidas en el contexto de manejo ecológico o integrado de plagas (MIP). Frente a la especificidad de los impactos generados y de las alternativas para racionalizar el uso de pesticidas y fertilizantes, éstos forman dos grupos de componentes para la evaluación de los impactos ambientales.

b. Uso de energía

La energía es esencial en todas las etapas de la producción agropecuaria y abarca desde fuentes naturales, como energía solar e hidráulica, pasando por la energía agregada en los insumos, como fertilizantes, hasta el consumo más evidente de combustibles empleados en las operaciones mecanizadas.

Con el objetivo de evaluar el impacto ambiental relativo a la eficiencia tecnológica y de evitar un doble conteo relacionado con otros insumos, solamente estos últimos usos, relativos a combustibles en general y electricidad, se incluyen en el indicador. La interacción entre consumo de energía y el impacto ambiental de las actividades agropecuarias es compleja y las actividades más intensivas, en general, dependen fuertemente de fuentes de energía externas a la explotación.

Los usos más destacados de energía son los relativos a combustibles líquidos para operación de motores en bombas y máquinas de tracción, combustibles sólidos o aceite combustible para generación de calor en hornos, secadoras y calderas utilizadas en operaciones agroindustriales, y electricidad requerida para motores, calefacción, iluminación, etc. Considerando estos agrupamientos, el uso de energía se subdivide aquí en: a) combustibles fósiles (expresados como aceite combustible, gasolina, diesel, y carbón mineral); b) biomasa (expresada como alcohol, leña, bagazo de caña, y restos de vegetales) y electricidad.

c) **Uso de recursos naturales**

Además del uso de los insumos tecnológicos, la producción agropecuaria depende del uso de recursos naturales, considerados no simplemente como base para el sustento de las actividades productivas, lo cual se evalúa en el marco de la conservación ambiental, sino como recursos incorporados al proceso productivo, tales como insumos, cuyo uso es posible de cambiar según el nivel de eficiencia tecnológica. En ese indicador se evalúa, por lo tanto, la necesidad impuesta por la tecnología del uso de agua para riego, agua para procesamiento y suelo para siembra.

2) **Conservación ambiental**

La contribución de la tecnología para la conservación ambiental se evalúa según su efecto en la calidad de los componentes del ambiente: **atmósfera, capacidad productiva del suelo, agua y biodiversidad**. Esos impactos son evaluados a partir de indicadores de emisión de contaminantes relacionados con el potencial de la calidad ambiental de los componentes

- El efecto de la tecnología en la **calidad de la atmósfera** se evalúa según la alteración en la emisión de gases de efecto invernadero, material en partículas y humo, olores y ruidos.

- Los efectos de la tecnología sobre la **capacidad productiva del suelo** se miden por la alteración en la erosión, pérdida de materia orgánica, pérdida de nutrientes y compactación.
- Los componentes del efecto en el **agua** se determinan según la alteración en la demanda bioquímica del oxígeno (DBO₅), que se refiere al contenido orgánico de las aguas, en la turbidez y en la emisión de espuma/aceite/materiales flotantes.
- En relación con el componente **biodiversidad**, se considera el efecto resultante de la aplicación de la tecnología por la pérdida de vegetación ciliada, de corredores de fauna y de especies amenazadas de extinción por la explotación.
- Finalmente, la generación de residuos considera la alteración en la cantidad de residuos reutilizables, reciclables, usados en compuestos y desechables.

Una vez considerada la eficiencia de la innovación tecnológica sobre el uso de insumos, que representa su contribución para la sostenibilidad de la actividad agropecuaria y su valor en el proceso productivo, se deben observar los impactos de la innovación tecnológica en curso, es decir, la contaminación del ambiente por los residuos generados por la actividad productiva agropecuaria, el empobrecimiento del hábitat natural y la diversidad biológica, debido a la adopción de la tecnología.

3) Recuperación ambiental

La **recuperación ambiental** se incluye en el sistema de evaluación de impacto ambiental debido al estado de degradación actualmente observado en muchos países de la región. La recuperación de ese pasivo ambiental debe ser una prioridad en todos los procesos de innovación tecnológica agropecuaria. La evaluación representa la efectiva contribución de la innovación tecnológica para la recuperación de los efectos de la explotación sobre áreas degradadas, áreas de preservación permanente y áreas de manantiales. Como estos componentes se refieren a la contribución de la innovación tecnológica, antes que su efecto, los valores de los coeficientes de alteración del componente son invertidos en el análisis de los resultados.

El análisis de la recuperación ambiental se dedica a la consideración de la resistencia, definida como la capacidad de un material o sistema para recuperarse de una alteración impuesta, o la habilidad de recuperar la forma original una vez terminada una presión deformadora aplicada. En ecología

se define como resistencia de un ecosistema a su capacidad de recuperar un estado de equilibrio dinámico similar al original después de que cese un estrés (Avila 2001).

En esta evaluación, la recuperación ambiental se refiere a la efectiva contribución de la innovación tecnológica para promover la recuperación de la calidad ambiental y de los ecosistemas, y para mejorar las condiciones o propiedades de compartimientos ambientales o inventario de recursos. Así se evalúa la contribución de la innovación tecnológica para la efectiva recuperación de suelos degradados física, química y biológicamente; ecosistemas degradados; y áreas de preservación permanente y de reserva legal.

2.3.3. Impactos en la dimensión social

La metodología para la evaluación de la dimensión social contempla la utilizada en la evaluación de la primera convocatoria (FONTAGRO 2007). Por esta razón, a continuación se exponen solamente los lineamientos y elementos más relevantes.

1) Indicadores relacionados con el empleo

Un aspecto clave para el combate a la pobreza y la desnutrición es la distinción entre empleo agrícola y no agrícola. La evidencia empírica señala que en los países de América Latina el ingreso generado por el empleo no agrícola supera al agrícola en una proporción que va desde un mínimo de 2:1 hasta un máximo de 15:1, con un promedio para la región de 6:1. Por ello los proyectos que promuevan el empleo no agrícola tendrán mejores oportunidades de reducir los niveles de pobreza que aquellos que incentiven el empleo agrícola.

- a. Cambios en el nivel de empleo agrícola.** Si la aplicación de la innovación resultante del proyecto implica un cambio del nivel de empleo dentro o fuera de la finca en actividades agropecuarias (por ejemplo, una nueva máquina que desplace mano de obra) el impacto sería negativo sobre la demanda de mano de obra en la finca o la industria.
- b. Cambios en el nivel de empleo no agrícola.** La aplicación de la innovación resultante del proyecto implica un cambio del nivel de empleo dentro o fuera de la finca en labores no agropecuarias cuando se inclinan

los intereses hacia actividades artesanales, de comercio, empleo en la cadena de transformación, entre otros.

Se debe notar que aquellas innovaciones que reduzcan el empleo agrícola, no se contabilizan como que aumentan el empleo no agrícola. Se asume que el empleo desplazado de la actividad agropecuaria no se incorpora automáticamente al empleo no agrícola, sino que representa una pérdida neta de bienestar al generar desempleo.

- c. **Cambios en la calidad del empleo.** Cuando la innovación resultante conduce a mejoras en las condiciones donde se desarrolla el trabajador, como nuevos procesos que facilitan una tarea o acortan la jornada laboral, mejoras en las condiciones de salubridad del trabajador, etc.

2) *Indicadores relacionados con la nutrición y salud*

- a. **Mejora en la salud del trabajador.** Se da cuando la innovación resultante genera mejoras en las condiciones de salud en las que se desenvuelve el trabajador. Por ejemplo, nuevos procesos que facilitan una tarea o acortan la jornada laboral, mejoras en las condiciones de salubridad del trabajador, entre otros.
- b. **Mejora en la calidad nutricional del producto generado por el proyecto.** Se da si la innovación resultante del proyecto tiene una mejor calidad alimenticia por unidad consumida que aquella a la que reemplaza.
- c. **Mejora en la incidencia de enfermedades.** Se manifiesta cuando la innovación resultante del proyecto implica una disminución en la incidencia de enfermedades endémicas o epidémicas. Las innovaciones de este tipo pueden ser aquellas que promuevan la prevención.
- d. **Mejora en la provisión de agua potable.** Se da cuando la innovación resultante del proyecto implica un cambio en la disponibilidad de agua, ya sea de forma directa por construcción de redes o de forma indirecta por ahorro de agua potable destinada a fines alternativos, como riego agrícola.

3) **Indicadores relacionados con organizaciones y redes de apoyo**

Mejora en la capacidad de la población objetivo de formar o fortalecer organizaciones o redes de apoyo. Se da si la innovación resultante del proyecto promueve la formación de organizaciones destinadas a mejorar las condiciones de venta y/o comercialización del producto, adquisición de insumos o servicios, entre otros, por ejemplo la formación de cooperativas de comercializaciones, grupos de intercambio de trabajo, etc. Este indicador incluye mejoras en la capacidad de la población que podría formar o fortalecer lazos de cooperación y solidaridad.

4) **Indicadores relacionados con la política sectorial o nacional.**

El impacto se da si la innovación resultante del proyecto implica un cambio de política en el sector o en el nivel nacional que mejore las oportunidades y el acceso a mercados de la población objetivo del proyecto. Ejemplos de este tipo de innovaciones son los proyectos cuyo resultado es la información sobre los factores que impiden el acceso de pequeños productores a nuevas tecnologías, al mercado de capital, entre otros.

En el Cuadro 5 se resumen los factores e indicadores que deben ser considerados en la evaluación del impacto de los proyectos sobre la dimensión social.

Cuadro 5.

Indicadores buscados en la dimensión social		
	Ámbito	Indicadores
Dimensión social	1. Empleo	1) Cambios en el nivel de empleo agrícola. 2) Cambios en el nivel de empleo no agrícola. 3) Cambios en la calidad del empleo.
	2. Nutrición y salud	1) Cambios en la salud del trabajador. 2) Cambios en la calidad nutricional del producto generado por el proyecto. 3) Cambios en la incidencia de enfermedades. 4) Cambios en la provisión de agua potable.
	3. Organizaciones y redes de apoyo	1) Cambios en la capacidad de la población objetivo de formar o fortalecer organizaciones o redes de apoyo

Fuente: *Elaboración propia.*

2.3.4. Dimensión política-institucional y de capacitación

Además de posibles impactos económicos, ambientales y sociales, los proyectos de investigación suelen producir otros impactos. Estos se refieren a los impactos sobre el conocimiento de la población objetivo, en el campo de lo político-institucional y la creación de capacidades.

En el Cuadro 6 se listan los criterios sobre los cuales se recopilará información con respecto a cambios potenciales inducidos por los resultados de los proyectos en ambas dimensiones.

Cuadro 6.

Criterios evaluados en la dimensión de política-institucional y de capacitación	
Indicadores	Descripción de los principales impactos
Generación de nuevos conocimientos	<ul style="list-style-type: none"> a) Capacidad de generar productos intangibles (métodos, conceptos, etc.). b) Capacidad de generar productos intermedios entre la I&D y la innovación.
Político-institucionales	<ul style="list-style-type: none"> a) Cambios en la formación de redes de cooperación que involucran centros de investigación públicos y privados, empresas, gobierno, ONG, entre otros. b) Cambios en el marco institucional (legal o práctico) que alteran el acceso a recursos tecnológicos, humanos, financieros y de conocimiento. c) Cambios en la orientación de las políticas públicas (elección de prioridades, cambios en la estructura de gobierno, cambios en los programas de asistencia, formación y apoyo a la producción y al desarrollo tecnológico). d) Cambios en la orientación de las políticas privadas empresariales (decisiones de invertir en producción, en tecnología y en capacitación de recursos humanos).
Capacitación	<ul style="list-style-type: none"> a) Cambio en la capacitación relacional. Se refiere al cambio en la capacidad de los actores para crear y mantener relaciones institucionales que les suelen afectar de manera directa e indirecta. b) Cambio en la capacitación organizacional. Se refiere al cambio en la capacidad de una institución o de una red o conjunto de instituciones con vistas al aprendizaje y adaptación a los cambios externos. c) Cambio en la capacitación científica y tecnológica. Se refiere al cambio en la capacidad de absorción de nuevos conocimientos, ya sea en los temas de investigación o en los temas de gestión y promoción.

Fuente: *Elaboración propia.*

2.4. Instrumentos de medida y fuentes de información

La aplicación de la metodología descansa en dos fuentes de información: los datos secundarios, obtenidos de los informes finales de los proyectos y los datos primarios, obtenidos de cuestionarios especialmente preparados.

Una diferencia importante con respecto a la evaluación en la primera convocatoria es que la población de expertos se extendió no sólo a los líderes, sino también a participantes y usuarios reales o potenciales de los resultados de los proyectos. Para ello se definió como participante del consorcio a todo investigador que hubiera participado en la ejecución del proyecto. Asimismo, se definió como usuario directo (real o potencial) a aquellos agentes que usan o usarán estos resultados como insumos en el proceso de investigación posterior (resultados intermedios), o a los productores, industriales y otros que están usando o podrían usar en el futuro los resultados del proyecto (resultados finales acabados).

En primera instancia se envió un formulario a los líderes de los 10 proyectos en el que se les solicitó que identificaran por lo menos 3 participantes y 3 usuarios potenciales de los resultados (Anexo 2).

Tal como fue indicado, la naturaleza de los proyectos analizados obliga a diferenciar entre los usuarios directos de los resultados, y los beneficiarios finales de los posibles (potenciales) productos finales. La evaluación sobre un conjunto diverso de conocimientos generados por los proyectos hace que sea fútil contar con medidas precisas de los cambios potenciales en los indicadores y dimensiones seleccionados, por lo que se recurrió a un procedimiento de dos etapas:

- a.** Obtener para cada uno de los indicadores seleccionados, una presunción sobre el impacto de los resultados del proyecto.
- b.** Elaborar un marco de evidencia lo suficientemente robusto que permita apoyar o no la presunción de impacto enunciada.

Para ello se examinaron los informes finales de los proyectos, y se recopiló información adicional mediante una ficha de evaluación enviada a los responsables de los proyectos. El Anexo 3 muestra el cuestionario enviado a los expertos para recopilar la información. Para recabar la opinión de los informantes, se usó por cada indicador un conjunto de preguntas valorativas

utilizando la variable “cambio” o “impacto” atribuible al proyecto, la cual se definió mediante una escala ordinal con cinco clases balanceadas en cero tal como se aprecia en el Cuadro 7.

Cuadro 7.

Escala usada: variable cambio o impacto del proyecto sobre un indicador					
Concepto	Muy negativo	Negativo	Sin cambio (nada)	Positivo	Muy positivo
Marca	–	–	0	+	++
Valor	1	2	3	4	5

Fuente: *Elaboración propia.*

Para cada uno de los impactos identificados, los informantes debían proveer la evidencia que justificara (apoyara) su afirmación, así como describir los factores que a su juicio condicionan la ocurrencia de los impactos potenciales del proyecto.

En el Cuadro 8 se citan 5 de los 10 proyectos (50%) para los cuales se obtuvo información.

Cuadro 8.

Proyectos que proveyeron información relevante para la evaluación
Nombre corto
1) Fríjol voluble, alto andino
2) Royas en trigo
3) Palma de aceite
4) Calidad sanitaria en acuicultura
5) Recursos genéticos en pastizales

Fuente: *Elaboración propia.*

Resultados sobre las características de los proyectos

3

Capítulo

3.1. Características generales

El análisis de las características básicas de los 10 proyectos (Figura 6) muestra un perfil similar al de los proyectos evaluados en la primera convocatoria, con algunas diferencias. La mayoría de los proyectos (60%) se clasificaron como de "mejoramiento genético" dentro del área temática del Plan de Mediano Plazo (PMP) del FONTAGRO. Sin embargo, la actividad o rubro al cual estaba dirigido se distribuye de igual manera entre granos y frutales (30% cada uno).

Al igual que en la primera evaluación, fue alta la participación de instituciones internacionales o regionales en el consorcio. Un 60% de los proyectos tuvo como entidad ejecutora una institución internacional o regional, y el 70% de ellos tuvo este tipo de institución entre las instituciones participantes. El número de países participantes en cada consorcio muestra que en la mayor parte de la población de proyectos examinados (60%), el número de países participantes fue entre dos y cuatro.

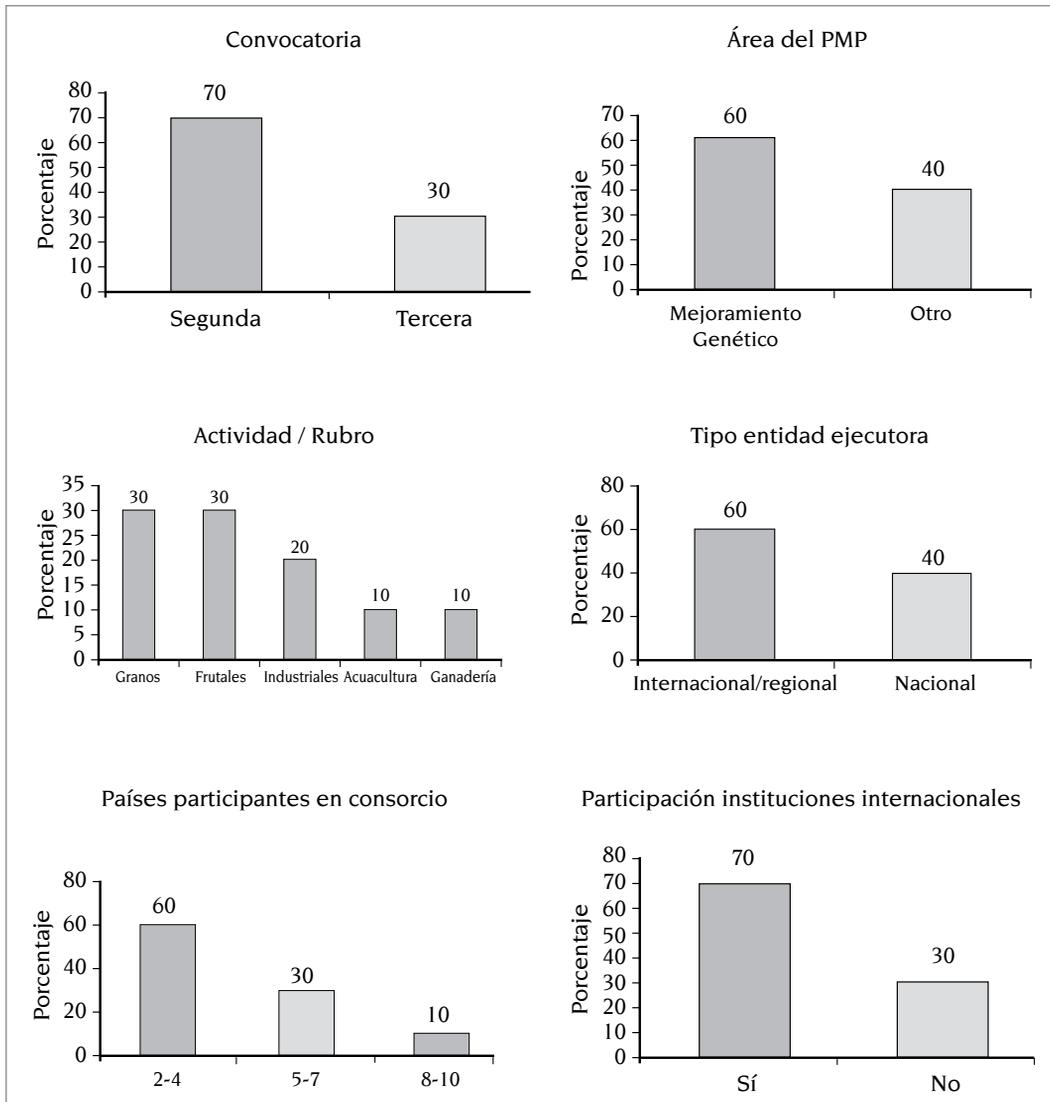


Figura 6. Características básicas de la población de proyectos por ser evaluados.
Fuente: *Elaboración propia.*

3.2. Resultados de los proyectos y evidencias de impacto

A continuación se presenta un breve resumen de los principales resultados obtenidos de los proyectos en la población de acuerdo con la información obtenida del análisis de los reportes finales enviados al FONTAGRO. Los proyectos se listan sin ningún orden particular.

Proyecto 1: Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en fríjol voluble autóctono de la región Alto Andina.

El fríjol voluble que se siembra en la región alto andina de Colombia, Ecuador y Perú, entre los 1500 a 3200 mm, es un tipo de fríjol único en el mundo. Perteneció a la raza Perú, una de las 6 razas identificadas dentro de la especie *Phaseolus vulgaris* L. El proyecto tenía los siguientes objetivos:

- Recuperar el alto potencial de rendimiento de los fríjoles volubles andinos.
- Mejorar simultáneamente la resistencia genética a múltiples enfermedades.
- Ofrecer opciones de diversos ciclos de cultivo (días de siembra a cosecha).
- Promover el uso de un recurso genético autóctono, un verdadero patrimonio regional, como una forma de preservar la diversidad biológica.
- Integrar el mejoramiento genético en la región andina mejorando las diversas clases comerciales de la región.

Los principales resultados del proyecto se presentan a continuación:

- a. Hibridaciones. Se han hecho cruza simple y múltiples, además de retrocruza entre padres donantes de genes de resistencia conocidas para antracnosis, mosaico común y cultivares seleccionados por cada programa participante.
- b. Caracterización de diversidad patogénica. Un total de 55 aislamientos de varias zonas de Colombia fueron coleccionados por la fitomejoradora de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA) y evaluados en el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) por su capacidad de infectar las variedades diferenciales, lo que

permitió determinar las razas a las que pertenece cada aislamiento. Cuatro variedades diferenciales (Widusa, México 222, Kaboon y G2333) mantuvieron resistencia ante los aislamientos, lo que confirma su utilidad para el programa de cruza.

- c. Selección asistida por marcadores. En Colombia (CIAT), se continuó usando selección asistida por marcadores para introducir los genes de resistencia al virus del mosaico común, *bc3* y gen *I*. Se confirmó la resistencia con inoculaciones de virus. Adicionalmente se comenzaron a usar cuatro marcadores para resistencia a antracnosis provenientes de G2333.

En Ecuador, en el laboratorio de diversidad genética del Instituto Nacional Autónomo de Investigación Agropecuaria (INIAP), se probaron marcadores moleculares para seleccionar resistencia a antracnosis.

- d. Variedades promisorias. En Ecuador se entregó una nueva variedad de fríjol voluble de color canario con resistencia parcial a roya y antracnosis llamado INIAP 426 “siete colinas” (línea SCC2).

En Colombia, también hay dos variedades de fríjol voluble por liberarse desarrolladas por la Universidad de Nariño.

- e. Multiplicación de semilla. Se hizo multiplicación de semilla genética de variedades comerciales en la Sección Oriental de la Estación Experimental Santa Catalina para semilla genética (en espaldera y asociado con maíz) de las variedades INIAP siete colinas e INIAP Bolívar. De igual manera, en la Granja Laguacoto y en la parroquia Santa Fe (Bolívar) se obtuvo semilla seleccionada de las mismas variedades.

Proyecto 2: Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan.

El objetivo del proyecto fue la colecta, evaluación, distribución y utilización de fuentes potenciales de resistencia a la roya del trigo, especialmente la roya de la hoja (*Puccinia triticina*). Las mejores fuentes identificadas necesitan ser genéticamente analizadas para verificar la posible presencia de nuevos genes que pueden tener un valor potencial de resistencia para mejoramiento y para estabilizar la población del patógeno dentro y fuera de la región.

Los principales resultados del proyecto fueron:

- a. Nuevos materiales, incluso germoplasma nuevo y antiguo de la región, que fueron identificados como potencialmente útiles para la resistencia a la roya.

- b. Se confirmó una estabilidad de la resistencia del germoplasma analizado a la roya en plantas adultas de trigo.
- c. La resistencia a nivel de campo de los actuales cultivares comerciales fue monitoreada. Algunos de los cultivares resistentes han tenido un incremento en las infestaciones asociadas a la aparición e incremento en la frecuencia de nuevas razas del patógeno de roya de la hoja.
- d. Se inició el estudio de la herencia de resistencia de líneas seleccionadas de plantas adultas y cultivares con resistencia durable. Se espera encontrar una nueva variación en la base genética de plantas adultas de trigo en relación con la roya de interés para la comunidad internacional de trigo.
- e. Se estudió la diversidad del patógeno de la roya. Los resultados han indicado la frecuente aparición de nuevas razas más virulentas, las cuales causan niveles más altos de la enfermedad sobre nuevos cultivares y en un período cada vez menor después de lanzados.
- f. Los materiales más promisorios con resistencia a la roya fueron distribuidos a los programas nacionales de mejoramiento de trigo en la región. Se espera que el uso de dichos materiales con fuente de resistencia a la roya permita el desarrollo de nuevas variedades que sean más resistentes a cambios en el patógeno en un período más largo y que esto permita una estabilización de la población del patógeno en la región.
- g. El proyecto ha permitido la coordinación de las actividades de investigación relacionadas a las enfermedades de roya en trigo entre los programas y países participantes. También ha permitido renovar el contacto con investigadores en roya de trigo en EE.UU., Canadá, Australia y de otros países a través del intercambio de germoplasma e información, así como la participación en conferencias internacionales.

Proyecto 3: *Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de calidad sanitaria de especies acuícolas de importancia económica en América Latina.*

El objetivo principal del proyecto es contribuir al mejoramiento de la actual y futura productividad acuícola de manera sostenible, en especies que tienen y proyectan un importante impacto económico, social y ambiental en América Latina. En este sentido, el objetivo general del proyecto fue desarrollar un programa de inmunoprofilaxis para especies acuícolas, y así mejorar sus características zoonosológicas en cultivo.

Entre los resultados del proyecto se destacan los siguientes:

- a. Se conformó un grupo de investigación en el nivel latinoamericano, con interés en el desarrollo y potenciación de técnicas de inmunoprofilaxis para la acuicultura. Se estableció una red de investigadores y profesionales de instituciones de investigación y empresas privadas en Chile, Colombia, Venezuela y México, lo que permitió la transferencia de tecnologías y conocimientos.
- b. Se realizó un diagnóstico de la acuicultura latinoamericana y su problemática sanitaria, y se determinó que en el ámbito local y regional existen problemas comunes e inherentes a la actividad acuícola que se refieren a la susceptibilidad de estas especies a enfermedades, lo que afecta seriamente las utilidades de la actividad, e incluso la subsistencia de las empresas y de las fuentes de trabajo. Las terapias más utilizadas para el manejo sanitario de las enfermedades en el ámbito regional son de tipo curativo, mediante el uso de químicos y antibióticos.
- c. A partir de dicha información, se programaron y ejecutaron las actividades planificadas del proyecto para estudiar la factibilidad técnica de la incorporación de inmunoprofilaxis en los distintos cultivos, y determinar la bioseguridad e inocuidad de los productos y su acción positiva en la prevención de enfermedades de alto impacto en la región. Los resultados demostraron que los productos inmunoestimulantes desarrollados por Biodinámica son inocuos y seguros para especies tropicales como tilapias y cachamas, sin mostrar efectos adversos en ninguna de las condiciones ensayadas. En bioensayos con cachamas, adicionalmente se encontró un mayor consumo de alimento con inmunoestimulante durante el período evaluado. Esto demostró que existe factibilidad técnica/económica para la incorporación de productos inmunoestimulantes en programas sanitarios acuícolas.
- d. Por otro lado, en aquellas especies donde se utilizaron modelos biológicos estandarizados para el estudio con patógenos, como son el camarón y el salmón, se lograron interesantes resultados con estudios de infecciones experimentales con *Piscirickettsia salmonis* y con el virus de mancha blanca del camarón. En el caso de salmónidos, se corroboró en forma concluyente que la aplicación de inmunoprofilaxis es una herramienta efectiva para la profilaxis y atenuación del síndrome Rickettsial del salmón (SRS).
- e. Su aplicación aumenta significativamente la sobrevivencia de los peces frente a desafíos experimentales con la bacteria y retarda el curso de la enfermedad. En el caso de camarones, se encontraron promisorios resultados en la atenuación de infecciones con el virus, pues se demostró

una menor severidad de la infección en camarones tratados con el inmunoestimulante con respecto a los controles. También se encontró una tendencia a una menor mortalidad en dichos grupos. A pesar de que los resultados son preliminares, son muy auspiciosos.

- f. Finalmente, los estudios de campo realizados en salmónidos (truchas) corroboraron los resultados de los bioensayos en salmones y se observó una reducción de las mortalidades y mejores parámetros productivos. En cambio, la aplicación de inmunoterapias para cachamas no tuvo un impacto positivo en la reducción de mortalidades ni tampoco sobre los parámetros productivos. Estos resultados pueden ser atribuibles a la falta de desafíos naturales y a la baja prevalencia de patógenos durante el ensayo con cachamas.

Proyecto 4. *Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición de cogollo en palma de aceite.*

El cultivo de la palma de aceite es uno de los de mayor potencial económico para América Latina. Si bien la participación de la región en el mercado mundial es mínima, las asociaciones de cultivadores de palma de aceite, en especial de Colombia, han decidido incrementar su participación en el mercado mundial en un futuro no muy lejano. Una de las estrategias para tal crecimiento es mediante la inversión en proyectos de investigación que generen o apliquen tecnologías que permitan solucionar los principales problemas del sector palmicultor, en particular aquellos asociados con el efecto nocivo de plagas y enfermedades. Es así como el Centro de Investigación en Palma de Aceite de Colombia (CENIPALMA) decide liderar una iniciativa regional para estudiar, mediante herramientas moleculares, una de las enfermedades conocida como pudrición de cogollo (PC), que tiene mayor impacto sobre la palmicultura de Centro y Sur América.

Dicha iniciativa fue presentada como proyecto al FONTAGRO, el cual aprobó el proyecto titulado: "Identificación de marcadores moleculares asociados con la resistencia al complejo de pudrición de cogollo en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.)" para ser desarrollado entre julio de 2002 y julio de 2004. Debido a la complejidad técnica del proyecto, se solicitó una prórroga de seis meses, la cual fue aprobada y definió su terminación en diciembre de 2004.

Dentro de los objetivos iniciales del proyecto, se proponían: la búsqueda de un marcador molecular asociado a la resistencia a la enfermedad PC; la consolidación del laboratorio de caracterización molecular del CENIPALMA; la consolidación de cooperación interinstitucional con aquellos países afectados por la enfermedad; y apoyar el proceso de mejoramiento genético de palma de aceite por resistencia a la enfermedad, entre otros.

Los principales resultados del proyecto fueron los siguientes:

- a.** Implementación y desarrollo de técnicas de marcadores moleculares. Dentro de las actividades de fortalecimiento técnico del laboratorio de caracterización molecular (LCM) de CENIPALMA se estandarizaron dos metodologías eficientes para la extracción de ADN de palma de aceite. Con dichas metodologías, hasta el momento, se ha extraído ADN de buena calidad (estable por meses) y en altas cantidades (entre 6 y 20 microgramos de ADN/gramo de tejido foliar empleado) de más de 550 materiales.
- b.** Análisis de diversidad de materiales susceptibles y tolerantes a la PC mediante herramientas moleculares. Si bien la identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia a la PC en palma de aceite no fue posible, el proyecto exploró las posibilidades de utilizar las metodologías antes expuestas en análisis de diversidad genética de los materiales contrastantes empleados en principio para la determinación del marcador genético. Adicionalmente se incluyeron materiales oleíferos provenientes del banco de germoplasma del Amazonas.
- c.** Análisis de diversidad genética de accesiones de origen africano. Dentro de las estrategias para el mejoramiento de la palma *E. guineensis*, el CENIPALMA ha establecido la ampliación de la base genética reducida que se posee en las plantaciones comerciales de Colombia. Dentro de los objetivos inicialmente propuestos por el proyecto, se incluyó el lograr que el proceso de mejoramiento genético de la palma de aceite fuera más rápido y efectivo. La información generada aceleró las actividades del programa de mejoramiento con estos materiales, pues se pasó de un período de cuatro años para realizar las evaluaciones morfoagronómicas a sólo seis meses mediante la caracterización molecular del ADN.

Proyecto 5: Desarrollo de cultivares de plátano y banano con resistencia a sigatoka negra para América Latina

El objetivo general del proyecto fue mejorar la producción de plátano de consumo local en América Latina, mediante el desarrollo de nuevos cultivares resistentes y/o tolerantes a la sigatoka negra, generados por la aplicación de métodos de mejoramiento no tradicionales. Específicamente el proyecto buscó generar cultivares de plátano resistentes a la sigatoka negra mediante la transformación genética y desarrollar un sistema de evaluación rápida de resistencia a la sigatoka negra en cultivares de plátano, en condiciones controladas.

El laboratorio de biotecnología del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) como contraparte institucional del proyecto “Desarrollo de cultivares de plátano y banano de consumo local resistentes a la sigatoka negra para América Latina”, inició la ejecución del proyecto a partir de junio 2002, para responder a los siguientes objetivos: a) multiplicación de suspensiones celulares embriogénicas de plátano tipo falso cuerno; b) transformación genética de células embriogénicas de cultivares de plátano, con los vectores desarrollados por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) de México y el CIB de Colombia, utilizando biobalística; y c) regeneración de embriones transformados a plántulas.

Los principales resultados del proyecto en el CATIE fueron los siguientes:

- a.** Una micoteca de diez cepas costarricenses de *Mycosphaerella fijiensis* colectadas en diferentes zonas geográficas de Costa Rica.
- b.** Selección de una cepa de *M. fijiensis*, en función de su más alto nivel de virulencia.
- c.** Estandarizar y/o desarrollar tres metodologías para la evaluación temprana de resistencia a la sigatoka negra en clones de plátano, resistentes y susceptibles.
- d.** Método estándar completamente eficiente y reproducible para la evaluación de las líneas transformadas.
- e.** Selección de diez líneas transformadas evaluadas por la resistencia y escogidas por su nivel de tolerancia, de las cuales cinco se ven como “promisorias”.

El establecer las metodologías de evaluación de resistencia es un gran valuarte para los diferentes laboratorios en universidades, institutos y centros de investigación en ALC, que tienen como objetivo primordial el mejoramiento genético mediante métodos convencionales o no convencionales para la búsqueda de la resistencia a la sigatoka negra en diferentes cultivares de musáceos.

Los principales logros del proyecto a nivel de la Universidad del Tolima fueron los siguientes:

- a.** Mantenimiento y renovación de suspensiones celulares. Se estableció una metodología reproducible y confiable en la obtención de suspensiones celulares de plátano falso cuerno, apta para la transformación genética. Esta metodología permitirá en el futuro transferir el protocolo de trabajo a otros centros de investigación y laboratorios interesados en iniciar experimentos similares. La implementación de este componente facilitará las actividades de mejoramiento no convencional, así como la renovación y siembra de plantaciones con material de siembra sano y mejorado, y la transferencia y adopción de tecnologías limpias y avanzadas. También, este componente facilitó el mejoramiento de algunos equipos del laboratorio de cultivo de tejidos y generó un grupo capacitado de estudiantes en la iniciación y establecimiento de suspensiones celulares embriogénicas.
- b.** Construcción de vectores: Se establecieron protocolos para la construcción de vectores que contienen genes de defensa contra la sigatoka negra. Los principales genes usados para generar tolerancia-resistencia a la sigatoka negra fueron los genes β 1,3 glucanasa y quitinasa de la clase I del tabaco. También se incorporaron genes llamados defensinas (J1 y Pdf1.2) que son genes antifúngicos presentes en una gran variedad de organismos. Estos protocolos de laboratorio y condiciones de bombardeo de genes son transferibles a la mayoría de laboratorios en ALC que posean facilidades para realizar experimentos similares de transformación genética.
- c.** Análisis de resistencia: Se desarrollaron tres metodologías para la evaluación de resistencia-susceptibilidad a la sigatoka negra de plantas de plátano falso cuerno. Una de las metodologías aplicables a condiciones de invernadero es una de las técnicas más eficientes y confiables que puede ser replicada en cualquier país de Asia o Centro América, dada la relativa facilidad de manejo y el alto grado de certeza de la prueba. Las otras dos metodologías desarrolladas en el laboratorio requieren de mayor precisión y de algunas facilidades de laboratorio, como cámaras de flujo laminar que no siempre están disponibles en todas las estaciones

experimentales. Sin embargo, son herramientas que permiten respaldar los resultados de invernadero y que en algunos casos pueden identificar tendencias sobre la resistencia-susceptibilidad de las plantas.

- d. Alianzas. Otro de los productos de esta investigación ha sido la alianza y nuevas cooperaciones establecidas entre los diferentes miembros del grupo que participaron en la investigación. No solo por el intercambio de información y nuevos proyectos de investigación conjunta, sino también por el intercambio de estudiantes en pasantías y por facilidades para estudiantes de doctorado.
- e. Bioseguridad. El proyecto también ha permitido la participación de varios de sus miembros en discusiones y foros relacionados con tópicos relacionados con bioseguridad. Se sabe que el tema de exponer al ambiente materiales transgénicos para alimentación humana está siendo discutido ampliamente. De esta manera el proyecto ha aportado ideas e informaciones, además de que ha ayudado a la discusión interna sobre organismos genéticamente modificados.
- f. Infraestructura. Otro de los beneficios del proyecto es la infraestructura y las facilidades en equipo de laboratorio y cómputo que fueron adquiridos con fondos del proyecto. Estos materiales y facilidades como los invernaderos son herramientas de trabajo que crean capacidad en las instituciones que desarrollaron el proyecto y que contribuyen a desarrollar futuros proyectos de investigación.

Proyecto 6. *Desarrollo de una estrategia para la obtención de resistencia durable a Pyricularia grisea en arroz en el Cono Sur*

Los principales logros del proyecto fueron los siguientes:

- a. El proyecto ha realizado importantes avances científicos en la caracterización de la estructura genética y patogénica de este hongo en la región arrocera del Cono Sur de América, lo cual constituye el paso ineludible para identificar los genes en el arroz que determinan incompatibilidad frente a las infecciones del patógeno. Con esa información disponible, los genes que confieren resistencia frente a los linajes prevalentes del patógeno podrán ser introducidos en los nuevos cultivares desarrollados en la región, lo que confiere una resistencia de mayor espectro y, consecuentemente, más durable.

- b. De esta forma, se impulsa la incorporación a los programas de mejoramiento genético de procedimientos biotecnológicos apropiados para la identificación de genes de resistencia y su incorporación en variedades ampliamente cultivadas, lo que contribuye a una producción más sostenible del cultivo.
- c. Se pudo avanzar hacia la implementación de una estrategia regional para obtener resistencia durable utilizando la información genética y molecular sobre la relación huésped-patógeno entre *P. grisea* y arroz, a partir de los resultados obtenidos, como determinación de la estructura y la diversidad genética de la población regional de *Pyricularia grisea*, identificación de las reacciones patogénicas de todos los aislamientos y familias del patógeno sobre líneas de arroz, establecimiento de la relación entre las variaciones patogénicas y moleculares en el patógeno, e identificación de *hot spots* (lugares de amplia variabilidad genética y alta presión de selección) para la selección de genes de resistencia durable y evaluación del origen de nuevas formas patogénicas del hongo.
- d. Los resultados posibilitan que cada país mejore el conocimiento de la composición individual de aislamientos del patógeno, lo cual permite identificar tempranamente los linajes (familias genéticas del hongo) con mayor riesgo mediante marcadores genéticos moleculares, así como estimar los futuros movimientos geográficos de los componentes de cada subpoblación. Asimismo, se incorporó valiosa información a los programas de mejoramiento de la región acerca los genes de resistencia que permitirán excluir todos los aislamientos de los linajes detectados, acompañada por un conjunto de marcadores moleculares que apoyarán la introducción de estos genes mediante cruzamientos y selección asistida.

Proyecto 7. *Diseminación por embriogénesis somática y evaluación a gran escala en América Central y República Dominicana de variedades F1 mejoradas de café arábica y de las variedades posta-injerto “Numaya” tolerantes a las principales enfermedades y plagas y de alta productividad.*

Desde 1999, con el apoyo de la red PROMECAFE y del Centro Internacional para la Investigación Agrícola (CIRAD), cuatro países centroamericanos empezaron a sembrar ensayos de clones de híbridos F1 de *Coffea arabica*. Esos

clones son el fruto de varios años de cooperación del CIRAD y del Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD) con PROMECAFE y el CATIE, y más específicamente de una selección de árboles hecha por el Dr. B. Bertrand del CIRAD en descendencias híbridas en Costa Rica.

El propósito de su trabajo de selección fue desarrollar variedades nuevas más vigorosas que las variedades tradicionales, cruzando esas últimas con variedades silvestres de Etiopía. Las plantas fueron multiplicadas usando la técnica de multiplicación por embriogénesis somática desarrollada por la cooperación entre el CATIE y el CIRAD. El apoyo del FONTAGRO permitió a partir del 2001 seguir los ensayos ya establecidos y sembrar ensayos nuevos para verificar el comportamiento de todos los clones.

Los principales resultados del proyecto fueron:

- a.** Los resultados de la investigación hasta el 2005 sólo permiten seleccionar tres clones, LI_L13A44, LI_L12A28 (ambos del cruzamiento T05296 x Rume Sudan), y LI_L04A34 (Caturra x ET41), que ya pueden ser distribuidos a los productores. En cuatro cosechas, esos clones han presentado producciones significativamente más altas que las variedades tradicionales (hasta 150% más en promedio).
- b.** Desde el punto de vista del crecimiento, esos clones, de tipo enano, son más vigorosos que las variedades tradicionales, más altos y con bandolas más largas. Para las características físicas del fruto y del grano, los clones difieren de las variedades tradicionales con una tasa de frutos vanos y de granos caracoles más altas. El tamaño del grano es similar y a veces superior. Los clones reaccionan con la altitud como las demás variedades, con un incremento de la densidad del grano.
- c.** Finalmente, lo más importante es que las cataciones hechas en esos cuatro años, tanto en los países como en el nivel regional, indican que los clones seleccionados producen un café de la misma calidad organoléptica que las variedades tradicionales, en las mismas condiciones. Además, surge de esas cataciones la posibilidad de aumentar la calidad del café producido en zonas bajas, sembrando los clones seleccionados para esas altitudes. Eso se debe verificar con cantidades más grandes y con el mercado.

Proyecto 8. Caracterización regional de los recursos forrajeros. en los pastizales del Río de la Plata y la Patagonia: Desarrollo de sistemas de evaluación y pronósticos de la productividad primaria.

A continuación se presentan los principales resultados obtenidos de acuerdo con cada uno de los objetivos del proyecto:

- a. *Calibración de la relación índice verde normalizado (IVN) - productividad primaria neta por área (PPNA) y estimación del coeficiente de conversión de energía y biomasa para distintos recursos forrajeros y ambientes.* Se generaron algoritmos de estimación regional de la PPNA a partir de datos satelitales para dos de las áreas donde se han puesto los mayores esfuerzos: la porción noroeste de Patagonia, la Pampa inundable y los campos del norte de Uruguay.
- b. *Caracterización del uso de la tierra en la región de estudio.* Durante el curso de los primeros meses del proyecto, se culminó con el desarrollo de un algoritmo de clasificación de los tipos de cobertura del suelo en un área particularmente heterogénea de la región de los pastizales del Río de la Plata.
- c. *Caracterización de la PPNA promedio y de su variación estacional e interanual de toda la región.* A partir de las ecuaciones generadas en el marco del primer objetivo y con una composición de cuatro imágenes Landsat TM, se generaron mapas de la PPNA de los pastizales y arbustales del noroeste de la Patagonia. Usando una fuente alternativa de datos espectrales (los satélites de la serie AVHRR/NOAA), se produjeron mapas de la variabilidad relativa promedio de la productividad de esta zona y de la totalidad de la provincia de Río Negro.
- d. *Desarrollo de sistemas de prospección (basado en el comportamiento histórico del IVN y de variables climáticas para el período 1981-2000) y de pronóstico.* Los resultados obtenidos evidencian una estrecha relación entre el estado de los rodeos y un atributo asociado a la productividad de forraje, el IVN. Sin embargo, tal relación fue detectada cuando se contempló el IVN de un período ubicado seis meses antes de dicha evaluación. Esto sugiere que los rodeos manifestaron situaciones de arrastre de relativo largo plazo, lo cual refuerza la utilidad del IVN como herramienta de análisis y predicción.

- e. *Implementación en establecimientos rurales de distintas áreas y sistemas de producción, de las estrategias de manejo que optimicen en términos económicos, sociales y ambientales el uso de la información provista en los objetivos parciales 3 y 4.* La información generada a partir del seguimiento y estimación de productividad de los recursos forrajeros en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires se utiliza para la toma de decisiones de manejo y estratégicas dentro de las empresas agropecuarias. De esta manera, se efectúa un uso más eficiente de los recursos disponibles dentro del establecimiento. Así, los productores pueden anticipar por ejemplo la compra de forraje conservado para suplir déficits durante un período próximo, a un precio más conveniente que si lo hiciera en el momento de mínima disponibilidad forrajera.

Desde el punto de vista económico a mediano y largo plazo, conocer y manejar de forma eficiente los recursos forrajeros de un establecimiento, es crucial para mantener su capital forrajero a lo largo de los años, y evitar la descapitalización de la empresa. En este sentido, están trabajando las empresas interesadas en esta tecnología. Esta herramienta, que permite cuantificar el crecimiento diario de los recursos forrajeros a escala potrero y establecimiento, es utilizada por quienes asesoran a estas empresas, para realizar análisis comparativos entre diferentes sistemas de manejo y tipo de recurso.

3.3. Clasificación de los proyectos. Implicaciones para la evaluación

En el Cuadro 9 se muestran los proyectos agrupados de acuerdo con las tres categorías identificadas. Con base en esta información, la gran mayoría (70%) de los proyectos produce información precompetitiva, mientras que el 30% restante produce una innovación competitiva, es decir, que puede ser usada en el proceso de producción comercial. Se destaca que casi todos produjeron resultados relacionados con el fortalecimiento de las capacidades nacionales (metodologías y capacitación).

Esta alta proporción de proyectos en el grupo 3, aunado al hecho de que en algunos casos se trata de información científica básica, dificulta la identificación de impactos directos en la dimensión económica, ambiental y social, pero abre la puerta a la posibilidad de una amplia gama de nuevos descubrimientos una vez que esta información sea incorporada en los procesos de investigación de los países.

Cuadro 9.

Clasificación de los grandes resultados obtenidos		
Título FONTAGRO	Categoría	Productos/actividades involucradas
1) Fríjol voluble, alto andino	1 = Innovación tecnológica precompetitiva	Fríjol
2) Royas en trigo	3 = Información precompetitiva	Trigo
3) Calidad sanitaria en acuicultura	3 = información competitiva y precompetitiva	Acuícola
4) Palma de aceite	3 = Información pre competitiva	Palma aceitera
5) Cultivares plátano-banano	3 = Información pre competitiva	Banano y plátano
6) Arroz, <i>Piricularia</i> , Cono Sur	3 = Información precompetitiva	Arroz
7) Embriogénesis en café	2= Innovación tecnológica competitiva.	Café
8) Recursos genéticos en pastizales	3 = Información precompetitiva	Pasturas

Fuente: *Elaboración propia.*

Resultados de la evaluación de impactos

4.1. Dimensión económica

Como se indicó anteriormente, de los 10 proyectos considerados, solo cinco respondieron el cuestionario y de ellos dos presentaron resultados no apropiados para la estimación del impacto económico, por lo que el análisis económico se realizó para los tres proyectos que se listan en el Cuadro 10.

Cuadro 10.

Proyectos del FONTAGRO evaluados desde el punto de vista económico			
Título del proyecto	Resultados generados	Productos finales esperados	Participación FONTAGRO (%)
Fríjol voluble, alto andino	Germoplasma mejorado. Poblaciones híbridas segregantes.	Nuevas variedades de fríjol con mayor productividad y menor costo de producción.	50
Royas en trigo	Fuentes de resistencia de planta adulta a roya de la hoja y estriada de trigo pan. Información sobre variabilidad de <i>P. triticina</i> .	Cultivares de trigo con resistencia durable a royas (hoja y estriada).	50
Calidad sanitaria en acuicultura	Conformado un grupo de investigación a nivel latinoamericano. Diagnóstico de la acuicultura latinoamericana y su problemática sanitaria. Factibilidad técnica de la incorporación de inmunoprofilaxis en los distintos cultivos	Inmunoestimulantes desarrollados por Biodinámica, son inocuos y seguros para especies tropicales como tilapias y cachamas	

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Análisis de costo-beneficio

Dado que los proyectos evaluados están en las etapas iniciales de adopción de sus resultados (innovación de tipo 2) y otros han generado resultados que aún pasarán por un proceso de generación (innovación de tipo 1), en los cálculos se han adoptado algunas hipótesis básicas y comunes a todos los proyectos:

- a) Los costos de la investigación incluyen un período previo de dos años, donde se presume que las instituciones participantes ya venían trabajando en el tema (50% de valor de la contraparte), y se estima que los participantes continuarán invirtiendo en las mismas investigaciones hasta el lanzamiento de las innovaciones previstas (cinco años). La estimación anterior se basa en la información brindada por el equipo del proyecto. Se ha estimado un gasto de 50% al 25% de costos del último año.
- b) Se asume una curva de adopción de formato trapezoidal, o sea, que va a crecer en los primeros cinco años, se estabiliza por otros cinco y después pasa por un período de obsolescencia.
- c) Se usa solamente la información dada por el equipo de cada proyecto en cuanto a las tecnologías y las tasas de adopción más probables, sin contar los beneficios futuros de tecnologías no relacionadas por dichos equipos.

Adoptar estos supuestos y principalmente trabajar sólo con datos más cercanos a la realidad, implica que se están subestimando los beneficios económicos futuros. Por otro lado, no se puede perder de vista que se están evaluando proyectos de interés regional, que por estar recién terminados, han generado resultados que, en su mayoría, aún no han traspasado las fronteras de los países participantes de las investigaciones.

El análisis de la rentabilidad neta de los proyectos del FONTAGRO, presentado en la Figura 7, muestra que los proyectos han generado beneficios que han compensado plenamente las inversiones realizadas. La tasa interna de retorno (TIR) estimada fue de 24,8%, lo que está por encima de los niveles mínimos de rentabilidad usados en la literatura, que oscilan entre 10% y 12%. En la Figura 7 se presenta el análisis de sensibilidad de la TIR. Los resultados indican que incluso considerando la hipótesis pesimista (más 25% de los costos y menos 25% de los beneficios), la tasa interna de retorno es aún superior a 19%. Por otra parte, en una hipótesis optimista, esta tasa sería superior a 31%.

El análisis con base en la relación beneficio/costo (B/C) y el valor actual neto (VAN) también confirma esta rentabilidad de las inversiones. La relación B/C fue de 3,3, mientras que el VAN, a una tasa de descuento de 6%, fue positivo y superior a 26 millones de dólares (US\$ 26.153 mil), lo que corresponde a más del 70% de las contribuciones hechas por los países miembros hasta marzo 2007.

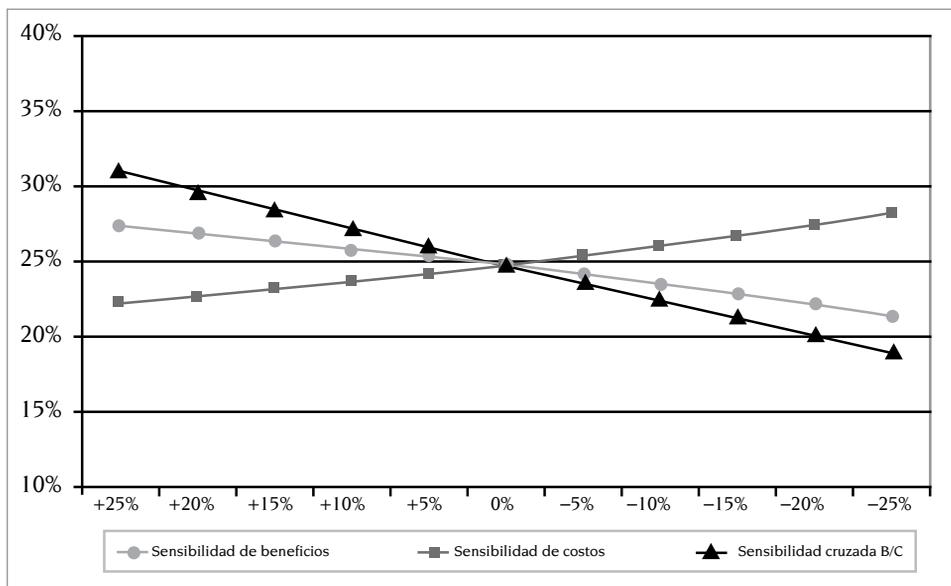


Figura 7. Análisis de la rentabilidad de las inversiones del FONTAGRO (segunda y tercera convocatorias): análisis de sensibilidad de la tasa interna de retorno.
Fuente: *Elaboración propia.*

En los cálculos se incluyeron los costos de los 10 proyectos examinados, pero sólo se consideraron los beneficios de tres proyectos. Por lo tanto, en el análisis se usó un flujo de beneficios subestimado. El retorno de las inversiones será bien más alto en la medida en que sean incorporados al análisis los beneficios de los otros proyectos.

Los resultados son consistentes con aquellos encontrados en la evaluación de los proyectos de la primera convocatoria, lo que permite tener una mayor confianza en los resultados encontrados anteriormente. Vale la pena resaltar, sin embargo, que los indicadores de rentabilidad no deben ser tomados de forma literal, sino como indicadores de la rentabilidad potencial de los resultados finales de los proyectos, si éstos fueran alcanzados, difundidos y adoptados por la población de usuarios finales.

4.1.2. Distribución de beneficios y efectos de desborde

Para el FONTAGRO, la generación de efectos de desborde, o sea, el uso de resultados o productos generados en un país o países por terceros países, es su principal característica y la razón de su existencia. Esto significa que la creación de un fondo regional se justifica sólo si el apoyo a determinados proyectos de investigación desarrollado por un grupo de países va a generar resultados útiles para quien participa de las investigaciones, pero también para los vecinos, especialmente aquellos que se encuentran situados en los mismos megadominios o zonas agroecológicas.

Como la información sobre los impactos económicos potenciales se limitó a una muestra pequeña de proyectos, la evaluación de la distribución de los beneficios entre los países se circunscribió al análisis de los países participantes en la composición de los equipos de los proyectos. Si existe interés de una determinada institución por participar, es porque se aborda un tema de interés para su país de origen. Por otro lado, puede que algunos países no participen del proyecto directamente, pero aún así muestren interés en los resultados, sean miembros del Fondo o no.

Con base en la información recopilada de los equipos de los proyectos evaluados, en el Cuadro 11 se presenta una lista de los países que en las primeras etapas deberían adoptar las tecnologías generadas por los proyectos del FONTAGRO. También se presenta otra lista de países que podrían verse beneficiados de los resultados de los proyectos en un futuro cercano.

Cuadro 11.

Principales países beneficiarios de los proyectos evaluados económicamente.		
Título de los proyectos	Principales países beneficiarios (1^{era}. etapa)	Otros países potenciales (2^{da}. etapa)
Fríjol voluble, alto andino	Colombia, Ecuador y Perú	Chile, Paraguay y Brasil
Royas en trigo	Uruguay, Brasil, Paraguay, Argentina	Ecuador y Colombia
Calidad sanitaria en acuicultura	Chile, Colombia, Venezuela y México	Brasil, Ecuador, Costa Rica y Honduras

Fuente: *Elaboración propia.*

Conforme se preveía al inicio de la creación del FONTAGRO, la investigación regional beneficia a países vecinos aun cuando estos no participan directamente de los proyectos. Por ejemplo, en el Cuadro 11 está incluido Brasil como uno de los futuros beneficiarios de los proyectos del FONTAGRO, lo que es una clara comprobación de que el FONTAGRO genera beneficios que sobrepasan las fronteras de los países miembros. Queda claro que, aun no participando del FONTAGRO, Brasil se beneficiará de algunos resultados, especialmente en el proyecto de trigo pan ejecutado en el ámbito del Programa Cooperativo de Investigación Agrícola del Cono Sur (PROCISUR), del cual el país es miembro además de los de acuicultura.

Como en el caso de la evaluación de los proyectos de la primera convocatoria, se verifica que en estos proyectos también se presentan fuertes efectos de desborde tecnológico. Si se mira el mediano plazo, van a surgir otros países beneficiarios, ya sea por la expansión del área de adopción a países vecinos o porque en las convocatorias se han desarrollado otros proyectos que han generado resultados, cuyos impactos no ha sido posible medir.

Entretanto, esta expansión de la tasa de adopción de los resultados de los proyectos del FONTAGRO, en el nivel interno de los países que han participado de los proyectos o en otros países vecinos, va a depender de los esfuerzos que se hagan en términos de adaptación tecnológica (investigación nacional) y de divulgación de los resultados a los productores.

4.1.3. Resumen del impacto económico

Consistente con los hallazgos de la evaluación de la primera convocatoria, el análisis ha mostrado que los proyectos de la segunda y parcialmente de la tercera convocatoria del FONTAGRO han generado resultados importantes desde el punto de vista económico. El análisis económico de tres proyectos muestra claramente que las inversiones del FONTAGRO son rentables, pues cubren fácilmente los costos invertidos en la investigación. La tasa interna de retorno de las inversiones fue de cerca de 25% y la relación de costo beneficio de 1.0:3.3. Estos valores permanecen altos cuando se hace un análisis de sensibilidad, considerando una hipótesis pesimista (menos 25 de los beneficios y más 25% de los costos) con la tasa de 19%, lo que los sitúa en niveles superiores a las tasas de referencia en la literatura acerca del tema (10-12%).

Al igual que en el caso anterior, de acuerdo con la distribución de los beneficios de los proyectos, se verifica que los países miembros que han participado son

también los principales beneficiarios, por ejemplo: Chile, Argentina, Uruguay, Colombia, Perú y Venezuela. Como en la primera convocatoria, algunos países vecinos que no son miembros del FONTAGRO se benefician por los efectos de desborde, cuyo caso más interesante es Brasil. Cabe aclarar que en el caso del proyecto de trigo, Brasil ha participado efectivamente, ya que ésta es una línea de investigación que se viene trabajando desde hace varios años atrás en el marco del PROCISUR, en donde Brasil es uno de los líderes.

4.2. Dimensión ambiental

Los impactos ambientales potenciales fueron estimados a partir de una muestra de cinco de los diez proyectos de la población. En este proceso se buscó evidencias de los probables impactos, positivos o negativos, que los productos generados por los proyectos podrían o no causar en el futuro en términos de cada uno de los indicadores y sus respectivos componentes. Para ello se usó la escala de uno a cinco explicada en la metodología.

A continuación se presentan y discuten los impactos de las tecnologías generadas para cada uno de los cinco proyectos, y se consideran las tres subdimensiones mencionadas en la metodología.

4.2.1. Análisis del impacto ambiental por proyecto

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

La generación de cultivares de frijol voluble resistente a enfermedades impactará positivamente los costos de producción y sobretodo el medio ambiente, dada la reducción en el uso de pesticidas. Los impactos ambientales serán también positivos en cuanto a la disminución de la contaminación de los recursos naturales, en especial del agua y del suelo, así como una reducción en el nivel de residuos químicos en el grano del producto.

Proyecto 2: Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan.

Los resultados de este proyecto deberán permitir la generación de variedades de trigo resistentes a la roya, lo que significa una reducción en las aplicaciones

de fungicidas hoy usados en el control de esta enfermedad. Esto también significa menor contaminación del agua y del suelo.

El uso de variedades resistentes tiene también un impacto directo en la calidad del trigo, una vez que haya una reducción sustancial en el nivel de residuos en el grano.

Proyecto 3: *Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de calidad sanitaria de especies acuícolas de importancia económica en América Latina.*

Los inmunoestimulantes afectan positivamente el medio ambiente, en su calidad de producto farmacéutico de uso veterinario. Además, tienen una acción importante para la prevención de patologías para las que no existe terapia o vacunas. Asimismo, pueden emplearse para reemplazar, en parte o totalmente, los antibióticos que se suministran a inventarios afectados por un brote bacteriano debido a un agente sensible a éstos.

El uso indiscriminado de antibióticos trae serias consecuencias para el ambiente y la salud pública humana y veterinaria, por ejemplo: aumento de las infecciones por la generación de bacterias resistentes en las poblaciones humanas y animales; alteraciones importantes de las relaciones ecológicas entre bacterias, humanos y animales y su medio ambiente; y contaminación de los productos de estas actividades y del medio ambiente con antibióticos residuales que conservan su capacidad antibiótica.

Los inmunoestimulantes son sustancias de origen natural, inocuas que actúan directamente sobre un mecanismo fisiológico de los animales acuáticos y no generan residuos en el agua. Por otro lado, el hecho que los inmunoestimulantes sean inyectables de manera individual en cada pez, evita que exista pérdida de la sustancia directa al medio natural, como ocurre con los antibióticos. En el caso de los inmunoestimulantes de aplicación oral, éstos se mezclan con el alimento que consumirán los animales. No obstante, son sustancias biodegradables en corto tiempo, no producen bioacumulación y, a diferencia de los antibióticos en el medio natural, no aumentan la resistencia de bacterias y otros organismos patógenos.

En lo que se refiere al impacto sobre la flora, la aplicación de la sustancia a los peces es inyectable de manera individual y actúa sobre un mecanismo

fisiológico de los peces, por lo que no se producen residuos debido a la pérdida de alimento. La totalidad de la sustancia inyectada es asimilada por el organismo, por lo que no hay liberación al medio ambiente natural de manera pura que pudiere ser absorbida por las plantas silvestres.

Los inmunoestimulantes son biodegradables y absorbidos por las plantas como nutrientes básicos. En ningún caso son acumulados como ocurre con los antibióticos. El plankton no es afectado por los inmunoestimulantes, como ocurre con los residuos de antibióticos en el agua, por lo que no se altera el ecosistema marino.

La sustancia es absorbida directamente por los organismos, es inocua y en su forma bioquímica fortalece el sistema inmunológico, además de que actúa como sistema de defensa contra organismos patógenos.

Proyecto 4: *Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición de cogollo en palma de aceite.*

La obtención de plantas de palma de aceite resistentes a la pudrición del cogollo es una alternativa de manejo de una enfermedad que no requiere del uso de sustancias nocivas para el medio ambiente. Por lo tanto, la visión y los objetivos del proyecto tienden a impactar positivamente el medio ambiente.

En el proyecto se ha establecido una colección de germoplasma, la cual ha sido parcialmente caracterizada desde el punto de vista agronómico, bioquímico y molecular.

Proyecto 5: *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*

Desde el punto de vista de la eficiencia tecnológica, la adopción de los resultados generados contribuirá a reducir el uso de insumos y proporcionará un mayor uso de la biomasa producida por parte de los animales y una mayor eficiencia en el uso del pasto por medio de sistemas ganaderos orientados a la productividad.

En cuanto a la conservación ambiental, los resultados van a permitir el mantenimiento o incremento de la biodiversidad con base en aplicaciones de técnicas de manejo.

4.2.2. Resumen del impacto ambiental

En el Cuadro 12 se presenta una síntesis de la evaluación de los impactos ambientales esperados en los cinco proyectos, usando una escala del 1 (muy negativo) a 5 (muy positivo). Los resultados muestran desde el punto de vista ambiental, un panorama bastante promisorio. Los impactos de los productos generados por los proyectos son, en su mayoría, positivos para el medio

Cuadro 12.

Síntesis de los impactos ambientales de los cinco proyectos evaluados.					
Tipo de impacto esperado	Trigo pan	Frijol voluble	Palma de aceite	Especies acuícolas	Pastos
1. Eficiencia tecnológica					
Uso de insumos (incremento de la frecuencia, toxicidad, etc.)	4	4	4	-	4
Uso de energía (mayor uso de combustibles fósiles, biomasa, electricidad)	-	-	-	-	4
Uso de recursos naturales (uso mayor cantidad de agua y/o de suelo)	-	-	5	-	4
2. Conservación ambiental					
Calidad de la atmósfera (mayor emisión de gases, partículas, olores, etc.)	-	-	3	-	
Capacidad productiva del suelo (mayor erosión, pérdida de MO, compactación)	-	5	3	4	
Agua (mayor turbidez y emisión de materiales flotantes)	-	5	3	4	
Biodiversidad (mayor pérdida de vegetación, fauna y especies amenazadas)	-	-	5	4	4
Generación de residuos (incremento de la frecuencia, mayor toxicidad, etc.)	-	-	3	4	
3. Calidad del producto					
Contenido de residuos químicos y contaminantes biológicos	4	4	-	4	-

Fuente: *Elaboración propia.*

ambiente. El principal impacto esperado ocurre a partir de la adopción de material genético resistente a plagas y enfermedades, lo que produce una reducción en el uso de agroquímicos.

Los resultados presentados confirman los hallazgos anteriores. Es decir, en general los proyectos no sólo son rentables, sino que también generan impactos positivos para el medio ambiente.

4.3. Dimensión social

Los cinco proyectos que respondieron el cuestionario brindaron información relevante para realizar el análisis del impacto en la dimensión social. A continuación se presentan y discuten los impactos de las tecnologías generadas para cada uno de ellos.

4.3.1. Análisis del impacto social por proyecto

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

El producto final esperado del proyecto fue presentado como nuevas variedades de fríjol voluble para el mercado y resistentes a enfermedades. Es esta última característica la que confiere un impacto potencial relacionado con la calidad del empleo, la salubridad y la expectativa de vida de los trabajadores rurales (Cuadro 13). La evidencia en este caso se considera fuerte, ya que se conocen bien los impactos beneficiosos de una menor contaminación con plaguicidas.

Las respuestas de los expertos indican también un impacto positivo en la nutrición (Cuadro 13). Sin embargo, se considera que la argumentación se basa en un aumento potencial del ingreso y con ello un mayor consumo de fríjol. Este argumento se considera como débil, ya que el vínculo entre aumento del ingreso y aumento en el consumo de fríjol es difícil de atribuir al impacto del proyecto, dado que el impacto en la dimensión económica ya contabiliza el cambio sobre el nivel de ingreso y el resultado del proyecto no le agrega calidad nutricional a las nuevas variedades de fríjol.

Cuadro 13.

Impacto potencial del proyecto de frijol voluble.				
Componente	Indicador	Población referida	Impacto	Evidencia
Empleo	Calidad del empleo	Trabajos con agroquímicos	Positivo	Al reducirse la aplicación de pesticidas, la calidad de los trabajadores rurales mejora al estar menos expuestos a pesticidas.
Salud	Expectativa de vida	Uso de plaguicidas	Positivo	
	Salubridad	Uso de plaguicidas	Positivo	
Nutrición	Consumo energético	Consumidores rurales y urbanos	Positivo a muy positivo	Las nuevas variedades de mayor rendimiento y menor costo contribuirán a incrementar el consumo y a mejorar la nutrición y la salud de las poblaciones más pobres de Perú.
	Consumo de proteínicos	Consumidores rurales	Positivo a muy positivo	
	Consumo vitamínico	Consumidores rurales	Positivo a muy positivo	

Fuente: Elaboración propia.

Proyecto 2: Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan.

El producto final de este proyecto consiste en cultivares mejorados de trigo con resistencia durable a la roya de la hoja, característica que tiene un impacto en la reducción de aplicaciones de fungicidas, lo que incide de forma negativa en el nivel de empleo (por unidad de tierra) pero mejora la calidad del empleo y la salubridad en general (Cuadro 14).

Cuadro 14.

Impacto potencial del proyecto de royas en trigo pan.				
Componente	Indicador	Población referida	Impacto	Evidencia
Empleo	Nivel de empleo agrícola	Trabajadores agrícolas	Negativo	Resultados experimentales
	Calidad del empleo	Trabajadores agrícolas	Positivo	
Salud	Salubridad	Trabajadores agrícolas	Salubridad	

Fuente: Elaboración propia.

Proyecto 3: Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de calidad sanitaria de especies acuícolas de importancia económica en América Latina.

Los resultados obtenidos brindan información sobre el uso y las ventajas de nuevos productos inmunoestimulantes en la industria acuícola, en particular para salmónidos y tilapias. Los expertos informaron un aumento potencial en el nivel de empleo en la cadena agroindustrial de procesamiento, por el efecto de un aumento en la demanda por los productos finales, y un impacto positivo en la salud de los consumidores (Cuadro 15).

La evidencia que apoya ambas aseveraciones es fuerte, en el sentido de que en el primer tipo de impacto la relación entre un mayor uso de inmunoestimulantes entre la población de productores acuícola debe llevar necesariamente a un aumento en la demanda y, por ende, a una mayor producción. Sin embargo también el condicionante para que este impacto se obtenga es fuerte, pues exige la existencia de una capacidad instalada para la producción de inmunoestimulantes que responda a la demanda y aumente el número de empleados, es decir, que no exista capacidad ociosa. De otra forma, la demanda podría llenarse con importación de los productos y anular el impacto sobre el empleo.

Con respecto al segundo tipo de impacto, la evidencia es significativa y los requerimientos para su realización sólo exigen que haya aceptación y uso de los productos por la industria acuícola, lo que a juicio de los expertos de la industria privada es factible dadas sus características.

Cuadro 15.

Impacto potencial del proyecto de calidad sanitaria en acuicultura.				
Componente	Indicador	Población referida	Impacto	Evidencia
Empleo	Nivel de empleo no agrícola	Cadena de proveedores	Positivo	Aumento de la demanda por productos inmu-noestimulantes.
Salud	Salubridad	Consumidores	Positivo	Productos acuícolas más limpios y con menos residuos químicos.

Fuente: *Elaboración propia.*

Proyecto 4: *Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición de cogollo en palma de aceite.*

Los resultados y productos finales del proyecto: “*Nuevas prácticas de manejo de la pudrición del cogollo*” y “*nuevas metodologías de marcadores moleculares estandarizadas*” no incluyen ningún cambio directo significativo en el mediano plazo en los indicadores de impacto social.

Proyecto 5: Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del Río de la Plata y la Patagonia: Desarrollo de sistemas de evaluación y pronósticos de la productividad primaria

Al igual que el proyecto de palma aceitera, los resultados de este proyecto se refieren a información precompetitiva de uso público que a juicio de los expertos no tiene ningún impacto directo significativo en los indicadores de la dimensión social.

4.3.2. Resumen del impacto potencial social

En el Cuadro 16 se presenta un consolidado de los principales impactos en los indicadores de la dimensión social. En este caso, 60% de los proyectos que respondieron a la encuesta informan algún tipo de impacto en la dimensión social, mientras que el 40% restante no lo hace. Este porcentaje, que se diferencia de los proyectos en la primera convocatoria, es consecuencia de los tipos de resultados producidos por los proyectos evaluados.

Consistentes con los hallazgos de la evaluación de la primera convocatoria, el mayor impacto en la dimensión social se encuentra en el área de mejoras en la calidad del empleo de los trabajadores agrícolas, en la salud y calidad de vida de los trabajadores agrícolas, y de los consumidores rurales y urbanos. Este impacto se produce a través de la adopción de materiales genéticos mejorados con características para reducir la aplicación de plaguicidas.

En general la argumentación que apoya estas aseveraciones es significativa en el sentido de que se encuentra respaldada por información experimental.

Cuadro 16.

Resumen de los impactos en el ámbito social.														
Título FONTAGRO	Indicadores													
	Empleo			Salud				Nutrición			Social			
	Agrícola	No Agrícola		Enfermedades	Expectativa de vida	Salubridad	Agua potable	Consumo	Energético	Proteínico	Vitamínico	Mortalidad infantil	Org	Política
Frijol voluble, alto andino		X	Calidad						X	X	X			
Royas en Trigo	-	X	Nivel											
Palma de Aceite			Calidad											
Calidad sanitaria en acuicultura			Nivel											
Recursos genéticos en pastizales			Calidad											

Notas: **XX** = Impacto positivo fuerte; **X** = Impacto positivo; **en blanco** = sin impacto; **-** = impacto negativo; **--** = Impacto negativo fuerte

Fuente: *Elaboración propia.*

4.4. Dimensión política-institucional y de capacitación y aprendizaje

Siguiendo la línea de presentación de los hallazgos por proyecto, a continuación se presentan y discuten los impactos potenciales en la dimensión de política institucional y capacitación de los resultados generados para cada uno de los cinco proyectos.

4.4.1. Análisis del impacto social por proyecto

Proyecto 1: Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en frijol voluble autóctono de la región Alto Andina.

En el Cuadro 17 se presenta la opinión de los expertos con respecto a los impactos del proyecto. De acuerdo con esta información, el proyecto presenta impactos positivos al generar productos intermedios entre la I&D y la innovación a partir del mejoramiento genético del frijol voluble, utilizado por los países involucrados para la producción de variedades comerciales.

Cuadro 17.

Impacto potencial del proyecto de frijol voluble.		
Indicadores	Impacto	Descripción del impacto
Generación de nuevos conocimientos	Muy positivo	Se tiene una mejor comprensión del estado del mejoramiento genético del frijol voluble. Evaluación de viveros adicionales para resistencia a enfermedades. Selección asistida por marcadores. Caracterización de diversidad patogénica
Impactos político-institucionales	Positivo	Se han fortalecido los vínculos de cooperación entre el CIAT y el programa nacional de investigación de frijol de Perú.

Impactos político-institucionales (cont.)		Alianzas estratégicas locales: INIAP, universidades, institutos superiores, gobierno provincial, organizaciones de productores. Trabajo en equipo entre varias instituciones dentro y entre países de la zona andina para el mejoramiento de fríjoles volubles. Creación de viveros internacionales de volubles andinos
Impactos sobre la capacitación	Positivo	Se ha capacitado en servicio a: productores (-as), estudiantes universitarios, técnicos, investigadores, tesistas, a través de cursos, talleres, días de campo en prácticas de hibridación y procesos de fitomejoramiento, entre otros. Apoyo y cursos a transferencistas, organizaciones no-gubernamentales, etc. (4, Colombia); días de campo: tres en Colombia; dos en Ecuador; uno en Perú. Apoyo a tesis de doctorado (dos en Colombia) maestría (dos en Colombia) y pregrado (dos en Ecuador). Entrenamiento en selección asistida por marcadores, uno en Colombia y otro en Perú.

Fuente: *Elaboración propia.*

En términos del impacto en el ámbito político-institucional, el proyecto muestra un impacto muy positivo al promover la colaboración entre las instituciones participantes y la creación de redes de intercambio (viveros). El proyecto también presenta un impacto positivo en capacitación científica y tecnológica a todos los niveles de la cadena de producción del fríjol.

Proyecto 2: Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan.

De acuerdo con la información del Cuadro 18, el proyecto presenta, al igual que el anterior, impactos positivos en la generación de nuevos conocimientos por medio de un aumento de la capacidad del sistema nacional para generar cultivares mejorados de trigo con resistencia a las royas. En términos de capacitación, el impacto también es positivo.

Cuadro 18.

Impacto potencial del proyecto royas en el trigo pan.		
Indicadores	Impacto	Descripción del impacto
Generación de nuevos conocimientos	Positivo	Mayor conocimiento sobre el comportamiento de cultivares comerciales frente a la población de royas, la composición dinámica de sus razas e identificación y distribución de fuentes de resistencia probablemente durables. Este conocimiento puede ser usado para diseñar los planes de generación de variabilidad en los programas de mejoramiento y las estrategias de selección que serán utilizadas por las poblaciones segregantes, con el objetivo de obtener variedades de trigo con resistencia durable a los patógenos incluidos en este estudio.
Impactos político-institucionales	Sin cambio	Se incrementó la capacidad de los participantes del proyecto en mantener relaciones institucionales. Se aumentaron las relaciones institucionales y personales entre los participantes en el proyecto.
Impactos sobre la capacitación	Positivo	Capacitación científica-tecnológica en la incorporación de nuevos conocimientos y tecnologías para su utilización en los programas de mejoramiento genético de trigo.

Fuente: *Elaboración propia.*

Proyecto 3: Inmunoprofilaxis para el mejoramiento de calidad sanitaria de especies acuícolas de importancia económica en América Latina.

El proyecto es especial por el financiamiento público para incentivar la colaboración público-privada. El proyecto, dirigido por Biodinámica S.A., tuvo importantes impactos en el ámbito institucional y de capacitación, como se resume el Cuadro 19.

Cuadro 19.

Impacto potencial del proyecto de acuicultura.		
Indicadores	Impacto	Descripción del impacto
Generación de nuevos conocimientos	Positivo	Nuevos conocimientos sobre las propiedades de los agentes inmunoestimulantes producidos por la empresa Biodinámica S.A. Diagnóstico de la acuicultura latinoamericana y su problemática sanitaria.
Impactos político-institucionales	Muy positivo	Formación de un grupo de investigación en el nivel latinoamericano. Establecimiento de una red de investigadores de instituciones públicas y empresas privadas en cuatro países latinoamericanos (Chile, Colombia, Venezuela y México).
Impactos sobre la capacitación	Positivo	Incremento en la capacidad científica y tecnológica de las instituciones participantes.

Fuente: *Elaboración propia.*

Proyecto 4: Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición de cogollo en palma de aceite.

De acuerdo con el principal resultado de este proyecto, que consistió en información precompetitiva en la cadena de I&D, los impactos son muy positivos por la generación de nuevo conocimiento y la capacitación (Cuadro 20). En la primera de estas dimensiones, el impacto se da a través de la generación de conocimiento científico que permitiría productos derivados y la generación de variedades de palma aceitera resistentes al complejo de pudrición del cogollo. En cuanto a la dimensión de capacitación, el impacto se evidencia a través de las tesis y artículos publicados en revistas científicas.

Los expertos también consideraron positivos los cambios que el proyecto indujo en la dimensión político institucional. En este caso, los resultados indujeron un cambio en la política pública al promover la apertura de convocatorias públicas para el financiamiento de proyectos. Adicionalmente el proyecto promovió el establecimiento de redes y relaciones científicas entre las instituciones participantes.

Cuadro 20.

Impacto potencial del proyecto de palma aceitera.		
Indicadores	Impacto	Descripción del impacto
Generación de nuevos conocimientos	Muy positivo	Generación de una nueva alternativa para el manejo de la enfermedad. Determinación de que la marchitez letal en palma de aceite no es por la <i>Fusariosis africana</i> . Determinación de los contenidos endógenos de poliaminas en palmas de distintos estados fitosanitarios
Impactos político-institucionales	Positivo	Mayor apoyo económico (apertura de convocatorias por parte de organismos estatales) para investigación. Establecimiento de relaciones científico-técnicas con instituciones internacionales. Redes formales y/o informales de apoyo. Suscripción de acuerdos de investigación binacionales. Presentación de iniciativas conjuntas de investigación
Impactos sobre la capacitación	Muy positivo	Una tesis de maestría aprobada, una tesis de pregrado aprobada. 14 artículos técnicos publicados en revistas indexadas nacionales e internacionales. Una presentación internacional

Fuente: *Elaboración propia.*

Proyecto 5: Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del Río de la Plata y la Patagonia: Desarrollo de sistemas de evaluación y pronósticos de la productividad primaria.

El proyecto de pastos generó información pública de carácter precompetitivo en términos de metodología y capacitación en su uso. Como tal, los expertos consideraron que el proyecto tuvo un impacto positivo en la dimensión de generación de nuevo conocimiento y muy positivo en la capacitación científico- tecnológica (Cuadro 21).

Cuadro 21.

Impacto potencial del proyecto de pastos.		
Indicadores	Impacto	Descripción del impacto
Generación de nuevos conocimientos	Positivo	Desarrollo de una metodología de uso público (técnicos asesores, productores ganaderos) para la planificación eficiente de los recursos en productividad primaria del pastizal.
Impactos político-institucionales	Sin impacto perceptible	
Impactos sobre la capacitación	Muy positivo	Científica y tecnológica. La nueva tecnología proporciona conocimientos para los usuarios de manera directa (la información generada) e indirecta (todo lo relacionado desde el punto de vista teórico y práctico para su aplicación).

Fuente: *Elaboración propia.*

4.4.2. Resumen del impacto potencial institucional y capacitación

El Cuadro 22 muestra que a diferencia de las demás dimensiones, los cinco proyectos evaluados tuvieron un impacto positivo o muy positivo en alguna de las tres subdimensiones evaluadas.

En el caso de la **generación de nuevo conocimiento**, el impacto se dividió entre aquel que será utilizado para mejorar la capacidad de generar productos finales y el que se usará para generar artefactos intangibles (metodologías). La otra dimensión que sobresale es la de **capacitación**, donde ésta se centró en capacitación *científico-tecnológica* para los técnicos, aunque hubo proyectos, como los de fríjol voluble, donde la capacitación alcanzó otros niveles, incluso al productor agropecuario.

Cuadro 22.

Consolidado de los impactos de los proyectos en las tres principales subdimensiones de la dimensión político-institucional.			
Proyecto	Subdimensiones		
	1	2	3
Fríjol voluble, alto andino	xx	x	x
Royas en trigo	x	0	x
Palma de aceite	xx	x	xx
Calidad sanitaria en acuicultura	x	xx	x
Recursos genéticos en pastizales	x	0	xx

Notas: **xx** = Impacto positivo fuerte; **x** = Impacto positivo; **0** = sin impacto; **-** = impacto negativo; **--** = Impacto negativo fuerte

Subdimensiones: 1- Generación de nuevos conocimientos; 2- Impactos político-institucionales; 3- Impactos sobre la capacitación

Fuente: *Elaboración propia.*

4.5. Dimensiones consolidadas

Al igual que en el caso de la evaluación de la primera convocatoria, el uso de referencias conceptuales comunes y el trabajo de campo coordinado y único, permiten hacer comentarios sobre el conjunto de las cuatro dimensiones. El Cuadro 23 presenta una síntesis de los impactos encontrados en los 5 proyectos evaluados por medio de una escala común de medición.

Cuadro 23.

Consolidación de la evaluación de los impactos en las cinco dimensiones.				
Proyecto	Subdimensiones			
	E	A	S	PI&C
1) Fríjol voluble, alto andino	xx	xx	xx	xx
2) Royas en trigo	xx	xx	xx	x
3) Calidad sanitaria en acuicultura	xx	xxx	x	xx
4) Palma de aceite	0	x	0	xx
5) Recursos genéticos en pastizales	0	0	0	xx

Notas:

Dimensiones: E (económica); S (social); A (ambiental); PI&C (política institucional y capacitación)

Escala: 0: sin impacto; x: bajo impacto; xx: medio impacto; xxx: alto impacto; xxx: muy alto impacto; -: sin información

Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en el Cuadro 23, se mantiene la misma estructura de impactos a través de las dimensiones evaluadas como en la primera evaluación. Algunos proyectos presentan impactos esperados positivos en todas las dimensiones; otros muestran impactos sólo en algunas de ellas.

La importancia de considerar no sólo la dimensión económica en la evaluación también se confirma con estos resultados consolidados, dado que existen proyectos con bajo o ningún impacto económico, pero con cambios importantes en otras dimensiones.

5

Capítulo

Conclusiones y recomendaciones

En términos generales, los resultados encontrados en esta evaluación permiten concluir que no existen diferencias significativas entre los proyectos de la primera convocatoria y los de la segunda y tercera, en términos de los indicadores y dimensiones analizadas.

5.1. Aspectos generales y conceptuales

En los aspectos generales y conceptuales, el análisis de los 10 proyectos en la población no muestra diferencias significativas con respecto a los proyectos de la primera convocatoria, por lo que las dos recomendaciones del equipo durante la evaluación anterior se mantienen:

■ **Recomendación 1.** *Se considera de suma importancia encarar de forma seria, analítica y preactiva el estudio de los incentivos de los países a participar y los factores que los determinan. La información provista por ambas evaluaciones constituye un primer paso en esa dirección.*

■ **Recomendación 2.** *FONTAGRO debe hacer un esfuerzo mayor para difundir los resultados de los proyectos, principalmente de aquellos cuyos resultados son mayormente de información (tipo 3) para que sean apropiados adecuadamente por los grupos sociales que pueden usar el conocimiento para producir cambios sustanciales.*

Los resultados de esta segunda evaluación revalidan el problema de los países que se encuentran dentro del megadominio y que no participan en el proyecto, por lo que se comportan como “pasajeros gratuitos” (traducción

libre del inglés: “free-riders”) y crean un desincentivo para la participación en el Fondo. Por ello es importante analizar a profundidad la estructura del sistema de innovación agropecuario en los países participantes y no participantes.

Una mayor difusión de los resultados de los proyectos y de las evaluaciones permitiría incrementar y agilizar los impactos de los proyectos en los países y mejorar las posibilidades de que éstos se comprometan a aportar al Fondo. En este último aspecto, esta segunda evaluación permitió identificar una nueva recomendación, referente a mejorar la elaboración y la presentación de los informes finales de los proyectos:

■ **Recomendación 3. El FONTAGRO debe realizar un esfuerzo para revisar y mejorar los instrumentos que actualmente orientan el proceso de elaboración de informes finales, con el fin de que se brinde mayor énfasis a: i) interpretación de los resultados, análisis comparativo de los productos finales en relación con los productos que deberán ser reemplazados; ii) presentación de un análisis prospectivo de los resultados obtenidos y sus posibles impactos, en términos de las diferentes dimensiones; y iii) al final del informe, un análisis regional sobre la aplicación de los resultados obtenidos, el cual deberá ser elaborado por el líder del proyecto.**

Los informes finales revisados son deficientes en términos de la presentación de los productos finales y prácticamente no se refieren a los posibles impactos. Están muy centrados en la presentación detallada de resultados experimentales, en aspectos metodológicos y descripción de productos parciales, cuando en realidad estos detalles deberían estar en los informes técnicos parciales de etapas anteriores. Dados los resultados experimentales y el amplio nivel de participación de instituciones y países, el equipo del proyecto tiene suficientes evidencias para elaborar un análisis de los posibles impactos de sus resultados, por lo menos de los países participantes del proyecto, considerando los principales indicadores en cada una de las dimensiones de impacto.

Por otro lado, el equipo del proyecto podría intentar extrapolar los resultados buscando evaluar los posibles impactos en toda la región, lo que permitirá ampliar el análisis fuera de las fronteras geográficas del proyecto. Este tipo de análisis sería importante para las futuras convocatorias del FONTAGRO.

5.2. Los proyectos en el marco de la innovación

En el marco de evaluación de los proyectos de la primera convocatoria, se observó que ellos se situaban en una posición intermedia entre actividades de I&D y de C&T, con escasas actividades de apropiación social (innovación). Esto significa que, a pesar que la mayoría de los proyectos tenían como objetivo llegar hasta el consumidor final (o sea a la apropiación social del producto generado), están posicionados en el cuadrante de desarrollo de conocimiento más que en el cuadrante de innovación.

El análisis de los tipos de resultados de la segunda y parcialmente de la tercera convocatoria del FONTAGRO permite confirmar los hallazgos encontrados en la primera evaluación. En la Figura 8 se muestra la ubicación de los proyectos de las dos convocatorias en el mismo espacio que aquellos evaluados en la primera con respecto al marco conceptual expuesto.

Estos resultados permiten confirmar la recomendación realizada en la evaluación anterior:

■ Recomendación 4: Si se quieren ampliar los impactos (y así es la orientación del Consejo Directivo del FONTAGRO), es necesario modificar la propia definición de un proyecto en el ámbito del Fondo. Con respecto a esto, se debe señalar que en las demás convocatorias FONTAGRO ha conducido una parte importante de sus recursos exactamente para la estrategia de acercamiento de la innovación, lo que si conlleva a impactos más expresivos en todas las dimensiones aquí estudiadas.

De acuerdo con esta recomendación, es necesario modificar la propia concepción de un proyecto, incluso desde su diseño inicial, la participación y la articulación con los actores responsables de la apropiación de los resultados. Esta situación se puede ver desde otra perspectiva usando el gráfico de Pasteur (Figura 9).

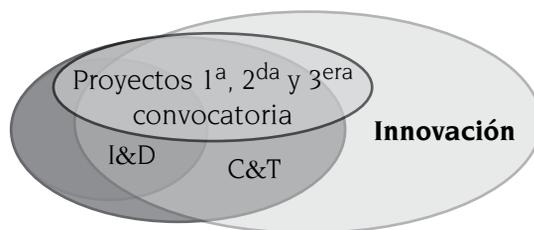


Figura 8. Posicionamiento de los proyectos de acuerdo con el marco conceptual.
 Fuente: *Elaboración propia.*

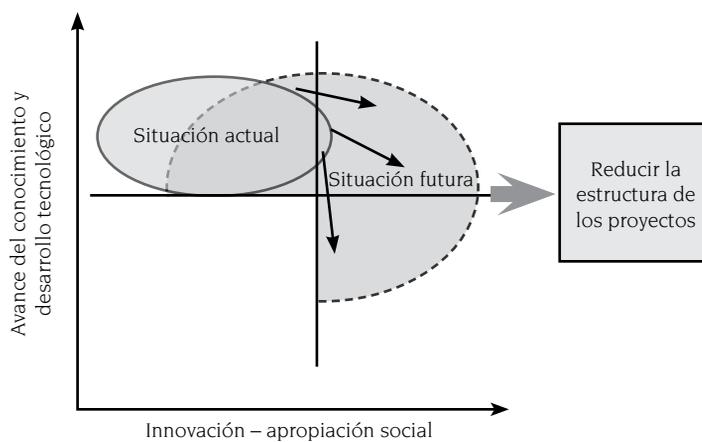


Figura 9. Situación actual y dirección de los proyectos hacia la innovación.
 Fuente: *Elaboración propia.*

5.3. Impactos potenciales en las diferentes dimensiones

Los resultados permiten convalidar los hallazgos de la primera evaluación para todas las dimensiones involucradas, como se señala a continuación:

- **Dimensión económica y ambiental:** Las inversiones en proyectos de investigación del FONTAGRO tienen el potencial para cubrir con creces los costos invertidos en la investigación. La tasa interna de retorno de las inversiones es cerca de 28,6% y la relación beneficio costo de más de 3. Estos resultados son consistentes con aquellos valores encontrados en la primera evaluación.

El análisis de sensibilidad realizado también arrojó resultados similares, ya que la rentabilidad de la inversión se mantiene aún bajo una hipótesis pesimista (menos 25% de los beneficios y más 25% de los costos). Debe destacarse, sin embargo, que para que estos beneficios potenciales se materialicen, es necesario que se brinden las condiciones para la producción de los resultados finales y su apropiación social por parte de los usuarios finales. Aunque de forma parcial, los datos confirman la asimetría de la distribución de beneficios encontrada en la primera evaluación, asimetría que parece mantenerse también en este caso con países que se benefician con los resultados sin haber participado de forma directa en el FONTAGRO.

En el aspecto ambiental, el análisis arrojó también resultados similares a los de la primera convocatoria. En general los proyectos son amigables con el medio ambiente, principalmente debido a la producción de innovaciones tecnológicas que reducen el uso de agroquímicos en el nivel de la cadena de producción.

- **Dimensión social:** La adopción y uso de los productos finales de los proyectos conduce a una mejoría sustancial en la nutrición y salud de la población de consumidores de productos finales, y de la población de trabajadores agropecuarios. Esto se lleva a cabo a través de innovaciones tecnológicas que reducen el uso de agroquímicos, lo que mejora la salud (calidad) ocupacional, con un leve descenso esperado del uso de mano de obra por reducción de aplicaciones. Al mismo tiempo, se da un aumento en la calidad (menos residuos) del producto final, con efectos positivos en la salud de los consumidores del producto.

La evidencia que apoya estas presunciones de impacto es firme, aunque también lo son las condiciones para que este impacto se concrete. La principal limitante es la adopción potencial y difusión de los resultados de los proyectos.

- **Dimensión político institucional y capacitación:** Esta dimensión tuvo impactos positivos en la generación de nuevo conocimiento científico tecnológico, lo que contribuye así al aumento de las capacidades en los países. A diferencia de la primera evaluación, en esta segunda convocatoria no hubo un gran impacto en la orientación de política. Una excepción fue el proyecto de recursos genéticos de pastizales, cuyo resultado fue dirigido particularmente al establecimiento de una política pública. Finalmente y consistente con los hallazgos anteriores, los proyectos evaluados tuvieron un fuerte componente en el área de capacitación que contribuyó a fortalecer el capital humano.

5.3.1. Dimensiones consolidadas

Los resultados del análisis consolidado reafirman la importancia del análisis de impacto multidimensional, en particular cuando la evaluación tiene un enfoque de innovación, ya que permite una mejor comprensión del conjunto de beneficios que un proyecto puede generar.

Se mantiene válida la conclusión de trabajar en metodologías que permitan combinar varias dimensiones bajo el mismo marco conceptual y metodológico, que contemple el proceso en su conjunto, que combine las distintas dimensiones de forma consistente y use toda la información disponible.

B

Bibliografía

Alston, J. M.; Norton, G. W.; Pardey, P. G. 1995. Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. ISNAR and Cornell University Press. 585 p.

Avila, A.F.D. (org.). 2000. Metodologia de avaliação dos impactos sócio-econômicos e ambientais da Embrapa. Brasília. Embrapa. Secretaria de Administração Estratégica. 135 p.

_____. ; Chan-Kang, C.; Marra, M.C.; Pardey, P.G.; Wyatt, T.J. 2001. A meta-analysis of rates of return to agricultural R&D: Ex Pede Herculem Evaluation and Priority Setting. IFPRI, Washington. 148 p. (Research Report, 113).

Avila 2001. (pág. 24) _____; (org.). 2001. Metodologia de avaliação dos impactos sócio-econômicos e ambientais da Embrapa. Brasília. Embrapa. Secretaria de Administração Estratégica. 135 p.

_____; Souza, G. S. 2002. The importance of impact assessment studies for the Brazilian agricultural research system in Brazil. Paper presented at the "International Conference on Impacts of Agricultural Research and Development: Why has impact assessment research not made more a difference?" San José, C. R. February 4-7.

Avila, A. F. D. 2003. Evaluación de proyectos y mecanismos de FONTAGRO: Informe Final. New Haven, Julio 2003, 70 p.

Avila *et al.* 2005. _____; Romano, L.; Garagorry, F. L. 2005. Agricultural and livestock productivity in Latin America and Caribbean and sources of growth In: Evenson, R.E. and Prabhu, P. (eds.) Handbook of Agricultural Economics: Agricultural Development: Farmers, Farm Production and Farm Markets. Chapter 30. (forthcoming) .

_____; Saín, G.; Salles Filho, S. 2005. Evaluación de los impactos económicos y ambientales de los proyectos de FONTAGRO. Informe Consolidado. FONTAGRO, Bogotá. 62 p.

Barbosa, M.M.T.L.; Avila, A.F.D.; Cruz, E.R. 1988. Da benefícios sociais e econômicos da pesquisa da EMBRAPA: Uma reavaliação. In: YEGANIANZ, L. (org.). Pesquisa Agropecuária: questionamentos, consolidação e perspectivas. Brasília, EMBRAPA-DEP. p.339-352. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 35).

Braunschewig, T.; Janssen, W.; Rieder, P. 2001. Identifying criteria for public agricultural research decisions. *Research Policy*. 30: 725-734.

Cruz, E. R.; Palma, V.; Avila, A. F. D. 1982. Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico Brasília. 48 p. (EMBRAPA-DDM. Documentos, 19).

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2004. Inversión en ciencia y tecnología para generar bienes públicos regionales: resúmenes de resultados. Washington D.C.

FONTAGRO. 2007. Evaluación de los impactos potenciales de los proyectos regionales de investigación financiados por FONTAGRO. Primera convocatoria. Washington D.C.

Georghiou, L.; Roessner, D. 2000. Evaluating technology programs: tools and methods. *Research Policy*, 29: 657-678.

Hayami y Akino. 1977. Organization and productivity of agricultural research systems in Japan. University of Minnesota Press. p. 29-59.

Kislev, Y.; Hoffman, M. 1978. Research and productivity in wheat in Israel. *Development Studies* 4:166-81.

Manual de Bogotá. 2001. Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) / Organización de Estados Americanos (OEA) / Programa CYTED. COLCIENCIAS/OCYT.

Morrissey, O.; Velde, D. W.; Hewitt, A. 2004. Defining International Public Goods. Conceptual Issues. En: Ferroni Marco y Ashoka Mody (eds.). *International Public Goods Incentives, Measurement and Financing*. Massachusetts, EE.UU., Kluwer Academic Publishers.

OECD (1993) Manual de Oslo: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. 2004.

Rodrigues, G.S.; Campanhola, C.; Kitamura, P.C. 2003. Ambitec – Agro. Avaliação de Impacto Ambiental da Inovação Tecnológica Agropecuária. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente. 93p. (Embrapa Meio Ambiente. Documentos, 34).

Salles Filho, S. L. M. *et al.* 2000a. Ciência, Tecnologia e Inovação. São Paulo, Ed. Komedi.

Salles-Filho, S. L. M. *et al.* 2000b. Políticas públicas para a inovação tecnológica na agricultura do Estado de São Paulo: Métodos para avaliação de impactos de pesquisa projeto de pesquisa apresentado à Fapesp. DPCT/Unicamp. Campinas.

Schumpeter, J. 1984. Capitalismo, socialismo e democracia. Rio de Janeiro, Bra. Zahar Editores.

Stern, E. 1993. Ongoing and participative evaluation: purpose, design and role in the evaluation of a large-scale R&D programme. *Research Evaluation*. 3 (2): 75-82.

Tosterud, R.J.; Gilson, J.C.; Hannah, A. E.; Stefansson, B. R. 1973. Benefit cost evaluation of research relating to the development of Selkirk wheat and target rapeseed. In: Symposium on Agricultural Research, Proceedings 1. Universidad de Manitoba, 1:149-99 (Occasional Service).

UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 1998. The State of the World's Children. New York.

Von Braun, J. 1999. Food Security – A Conceptual Basis. In Kracht U.; M. Schultz (eds.). Food Security and Nutrition: The Global Challenge. Munster.

Anexos

A

Anexo 1. Lista de proyectos finalizados en la segunda y tercera convocatorias

Nº	Convocatoria	Título FONTAGRO	Área PMP	Instituciones – países participantes	Institución ejecutora principal
1	2	Desarrollo de cultivos de plátano y banano con resistencia a sigatoka negra para AL	Mejoramiento genético frutales	Universidad de Tolima Colombia, CORBANA Costa Rica, CINVESTIN México, EMBRAPA Brasil, CATIE Regional	INIBAP Internacional
2	2	Selección de gametos para el mejoramiento de la resistencia a enfermedades en fríjol voluble autóctono de la región Alto Andina	Mejoramiento genético leguminosas	Universidad de Nariño, CORPOICA Colombia, INIAP, U. Central de Ecuador, U. La Molina, Perú, CIAT Internacional	PROFRIZA Regional
3	2	Desarrollo de una estrategia para la obtención de resistencia durable a <i>pyricularia grisea</i> en arroz en el Cono Sur	Mejoramiento genético arroz	INTA Argentina, EMBRAPA Brasil, INIAP Uruguay, IREA Brasil, Universidad de Purdue, EE.UU., CIAT Internacional	PRO-CISUR Regional
4	2	Diseminación por embriogénesis somática y evaluación a gran escala en AC y Rep. Dominicana de variedades F1 mejoradas de café arábica y de las variedades post-injerto "Numaya" tolerantes a las principales enfermedades y plagas y de lata productividad	Mejoramiento genético café	ICAFE Costa Rica, UNICAFE Nicaragua, Secretaría de Agricultura República Dominicana, CATIE Regional, PROCAFE El Salvador, IHCAFE Honduras, ANACAFE Guatemala	IICA / PROMECAFE Regional

5	2	Identificación y utilización de resistencia genética durable a royas en trigo pan	Mejoramiento genético trigo	EMBRAPA Brasil INIAP Paraguay INTA Argentina CIMMYT Internacional	INIA Uruguay
6	2	Identificación de marcadores moleculares asociados a la resistencia al complejo de pudrición de cogollo en palma de aceite	Mejoramiento genético palma	CIAT Internacional, DENPASA Brasil, COOPEAGROPAL Costa Rica, INIAP Ecuador, Palmeras de ECUADOR	CENI- PALMA Colombia
7	2	Capacitación e investigación para el MIP de sigatoka negra en plátano en ALC	MIP frutales	CIRAD Francia, CNPMF, EMBRAPA Brasil, CORBANA Costa Rica, CORPOICA Colombia, FONAIAP Venezuela, INIAP Ecuador, INIFAP México, CEDAF Re- pública Dominicana, UNAN Nicaragua	INIBAP Regional
8	3	Mejoramiento de la calidad sanitaria de especies que sustentan la acuicultura en AL a través de terapias de inducción de inmunidad natural	Acuicultura y pesca artesanal	HEFESA Ltda. Chile, Instituto Nacional de Pesquisas Amazonia Brasil, Universidad de los Llanos Colombia, Universidad Autónoma Nuevo León México, Universidad Lisandro Alvarado Venezuela	Biodi- námica Chile
9	3	Desarrollo tecnológico para el manejo de poscosecha de la guayaba en Colombia y Venezuela	Poscosecha y procesamiento	INIA-CIAE, CORPO- ZULIA Venezuela, ASOHOFRUCOL, ICTA Colombia, CIAT Internacional, PRO- PAR, PROCIANDINO Regional	COR- POICA Colombia
10	3	Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del río de la plata y la patagónica: Desarrollo de sistemas de evaluación y pronósticos de la productividad primaria	Ganadería y forrajes	INTA, Universidad de Mar del Plata, Uni- versidad Nacional de Comahue, Secretaría de Producción Río Ne- gro Argentina, Univer- sidad de la República, Secretaría de la Lana, Uruguay, Universidad de Colorado USA, UFZ Alemania	IFEVA, Univer- sidad de Buenos Aires, Argentina

Anexo 2. Formulario inicial enviado a los líderes de los proyectos

San José, 5 de octubre del 2006

Señor _____

E-mail: _____

Estimado señor: _____

El motivo de la presente es informarle que el FONTAGRO en asociación con el IICA, continuando con el proceso de evaluación del impacto real y/o potencial de los proyectos aprobados por este Fondo, ha iniciado una segunda fase de dicha evaluación. En esta segunda ronda se evaluarán los resultados alcanzados por aquellos proyectos aprobados en la segunda y tercera convocatoria y que han finalizado al presente. Entre estos, se encuentra el proyecto: "xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx" en el cual usted fungió como investigador principal.

En ese contexto consideramos que su colaboración y la de aquellos responsables de la ejecución del proyecto en cada país participante, será fundamental para tener éxito en esta tarea. Por este motivo le solicitamos toda la colaboración que usted nos pueda ofrecer.

Esta segunda etapa del proceso de evaluación será llevada a cabo por el Dr. Flavio Avila y el Dr. Gustavo Sain, ambos especialistas en el tema de evaluación de impactos que participaron en la ejecución de la primera fase.

En esta etapa, para la recolección y análisis de los datos, los especialistas usarán la misma metodología usada en la primera etapa para poder comparar los resultados, en la cual una buena parte de la información necesaria descansa sobre la opinión de expertos o conocedores de cada país participante en el proyecto. Por ello atentamente le solicito su colaboración para identificar dichos expertos en los países.

Si podemos contar su colaboración, le solicito su amabilidad para completar la información que se le solicita en el Cuadro que sigue a esta carta y la envía con la mayor brevedad posible a las direcciones que siguen: Gustavo.sain@iica.int Enrique.alarcon@iica.int

Si por cualquier razón usted no puede colaborar con el proyecto, le agradecería que nos lo informara por la misma vía. No quiero despedirme sin antes destacar la importancia que tiene esta evaluación no sólo para el FONTAGRO, sino para los países e instituciones que participan en él. Creemos que el Fondo ha sido un dispositivo, que aunque con los problemas normales que ocurren cuando mecanismos novedosos se ponen en marcha, ha contribuido de forma significativa al sistema de innovación regional. Consideramos que la información que se obtenga del proceso de evaluación contribuirá a consolidarlo y a corregir imperfecciones en el sistema.

Sin otro particular y agradeciendo desde ya la atención prestada a la presente y la colaboración para que este proyecto tenga éxito, se despiden atentamente,

Enrique Alarcón M.
Director, Tecnología e Innovación
IICA

Nicolás Mateo
Secretario Ejecutivo
FONTAGRO

Cuadro sobre expertos del proyecto

Para cada país participante en el proyecto, identifique por lo menos **dos expertos o conocedores del proyecto y sus resultados** de cada una de las dos categorías siguientes:

- a) **Participante del consorcio.** Investigador que haya participado en la ejecución del proyecto. En particular se requiere de una persona que tenga conocimientos amplios y comprensivos de todo el proyecto en su país.

- b) **Usuario directo (real o potencial) de los resultados.** En esta categoría se deben reconocer dos niveles de acuerdo con el resultado o resultados del proyecto. En aquellos casos donde los resultados son productos intermedios del proceso de investigación, entonces los usuarios directos reales o potenciales serán aquellos que usan o usarán estos resultados como insumos en el proceso de investigación posterior. Por ejemplo, si el resultado es material mejorado, entonces, los fitomejoradores habrán usado o usarán en el futuro el material mejorado producido por el proyecto, por lo cual necesitamos dos nombres de la población de fitomejoradores en el país. En el caso de que el o los resultados del proyecto sean productos de uso final, entonces los usuarios reales o potenciales son los productores, industriales, etc. que están usando o podrían usar en el futuro los resultados del proyecto. Por ejemplo, en el caso de que el producto corresponda a variedades comerciales mejoradas de trigo que tuvieran mayor calidad harinera y mejor productividad que las variedades usadas por los agricultores, los usuarios directos serán los productores de trigo e industriales de la industria harinera.

Dos anotaciones:

- a) La distinción de usuario potencial se refiere al hecho de que todavía no se hayan difundido los resultados entre los usuarios de los resultados.

- b) En el caso de que un proyecto se haya llevado a cabo por un consorcio que involucra tres países, se necesitaría identificar en total por lo menos: 12 conocedores, 6 participantes y 6 usuarios.

Anexo 3. Cuestionario enviado a los expertos para recolección de información

Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Dirección de Tecnología e Innovación

Evaluación del impacto de los proyectos ejecutados en la segunda y tercera convocatorias FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. Introducción

Esta ficha de recolección de datos tiene por objetivo obtener información sobre los impactos esperados de los “productos” generados por los proyectos financiados en la segunda y tercera convocatorias del FONTAGRO. Los impactos de los proyectos son evaluados considerando tres grandes dimensiones:

- **Económica:** Se refiere a los cambios en indicadores que se pueden valorizar de forma monetaria, ya que existe un precio para ponerle un valor monetario al cambio. En general se refiere a cambios en productividad, costos de producción y en la calidad del producto (agregación de valor).
- **Ambiental:** Se refiere a los cambios en indicadores relacionados con la preservación del ambiente. Muchas veces no es posible asignarle un valor económico de forma directa, ya que no existe un mercado de referencia para este tipo de indicadores.
- **Social:** Se refiere a cambios en indicadores relacionados con el empleo, salud e ingreso. Muchas veces no es posible asignarle un valor económico de forma directa, ya que no existe un mercado de referencia para este tipo de indicadores.

Otros impactos. Además de los impactos económicos, ambientales y sociales, los resultados de la investigación agropecuaria generan otros impactos relacionados con el conocimiento (por ejemplo, nuevos métodos que son insumos para la propia investigación), capacitación (formación de capacidades en I&D que van generar productos solamente en el futuro) y político-institucionales (contribución a formulación de políticas públicas, por ejemplo).

En vista de que este formulario es único para todos los proyectos de investigación que están siendo evaluados, es probable que un determinado proyecto no haya generado ningún impacto en una o varias de las dimensiones mencionadas. Si este es el caso, por favor deje en blanco la o las parte(s) del formulario correspondiente(s) a la(s) dimensiones faltantes.

Antes de informar sobre los impactos esperados del proyecto de investigación, se le solicita que suministre algunos datos generales sobre el proyecto, los colaboradores, su principal producto final, y sobretodo, alguna información sobre evidencias de impacto de este producto final.

1. Sobre el informante

Nombre: _____

Posición en el proyecto: _____

(Líder del proyecto, participante, usuario de los resultados, otro)

Teléfono: _____ Correo electrónico: _____

Local: _____ Fecha: ____ / ____ / 2007

2. Caracterización general del proyecto

2.1. Título del proyecto:

2.2. Instituciones participantes (líder y colaboradores).

Institución	País (*)	Rol en el proyecto

(*) – Caso si aplique.

2.3. Resultados del proyecto y el producto final potencial

Una característica de los proyectos regionales donde intervienen varios países es que sus resultados son productos intermedios, que son posteriormente usados para producir un producto final (producto acabado) incorporado o por ser incorporado en procesos productivos, en servicios o en la política. Un ejemplo clásico es cuando el resultado del proyecto consiste en la obtención de germoplasma mejorado, el cual es usado por el sistema de mejoramiento de los países que intervienen para producir una variedad comercial mejorada que se adopta y difunde entre la población de agricultores.

En el siguiente recuadro describa, para cada país participante, el o los resultados más importantes alcanzados en el proyecto. Para cada uno de ellos, describa el producto final esperado así como su apreciación de la posibilidad de que se alcance. Para ello use la escala que se describe debajo del recuadro.

País	Resultado del proyecto	Producto final esperado	Probabilidad de ser alcanzado

Valor	1	2	3	4	5
Concepto (%)	Sin posibilidad (0)	Bajas (< 25)	Medias (25 < pero < 75)	Altas (> 75)	Seguro (100)

Nota: Use el valor 5 (seguro) para los resultados del proyecto que sean a su vez un producto final (por ejemplo si el resultado es una variedad mejorada o el diseño de un proceso para mejorar la gestión de la empresa), o cuando ya existan productos finales derivados de los resultados que ya se estén usando en los procesos productivos.

2.4. Identificación del producto final y sus beneficiarios finales

Principal producto final esperado (1)	Beneficiarios finales (4)

(1) Producto final esperado.

(2) Especificar el (los) grupo(s) social(es) que se están beneficiando o se beneficiarían de la adopción del producto final del proyecto. En general, estos grupos son descritos en los proyectos como población objetivo o población meta, los cuales son afligidos por un problema a cuya solución el Proyecto ha intentado contribuir. Por ejemplo: productores de un determinado cultivo, productores familiares, productores comerciales, consumidores rurales, consumidores urbanos, sociedad en general etc.

2.5. Evidencias de adopción

En caso de que el producto final ya se haya difundido en uno o todos los países participantes en el proyecto, describa brevemente en el recuadro que sigue las evidencias de adopción del producto generado

y ya conocidas por el equipo del proyecto. Si todavía no se ha obtenido el producto final o el proceso de difusión no ha comenzado, por favor deje el recuadro en blanco.

País	Producto final (1)	Evidencias de adopción (2)

3. Impactos económicos obtenidos o esperados

Los impactos económicos de los proyectos serán estimados según tres tipos de impactos de los productos generados:

- i) **Incrementos de productividad.**
- ii) **Reducción de costos.**
- iii) **Agregación de valor.**

Por otro lado, los datos sobre costos del Proyecto deberán cubrir tres períodos distintos – antes, durante y después de la ejecución del Proyecto.

3.1. Estimación de la participación del FONTAGRO y de otras instituciones en la generación del producto final (%):

Producto final	FONTAGRO	Inst. A	Inst. B	Inst. C	Otras	Total
						100

3.2. Incrementos de productividad

Los impactos del producto final del proyecto deben ser estimados comparando sus **rendimientos esperados** con aquellos de los productos actualmente en uso por los productos de la región. En estas estimaciones es importante tener en cuenta que, en general, para generar el aumento en productividad dichas tecnologías requieren de aumentos en los costos de producción del adoptante en relación al costo que tiene con la tecnología en uso.

Informe en el recuadro siguiente los impactos esperados en términos de **incrementos de rendimiento** (antes y después) y **cambios en los costos**. El recuadro debe ser completado en caso de que se aplique al producto final esperado generado por el proyecto.

a) Impacto esperado

Producto final	Rendimiento anterior (Kg./ha)	Cambio de rendimiento Actual /esperado (%)	Precio producto (US\$/kg)	Costo adicional (US \$/ha.)

b) Nivel de adopción esperado en cada país

Producto final	País (*)	Área actual (ha)	% 1 ^{er} Año	% 3 ^{er} Año	% 6 ^{to} Año

(*) Separar el nivel de adopción esperado por país si el producto está siendo adoptado en más de un país.

3.3. Reducción de costos de producción

Muchas veces el impacto de los productos del proyecto no se traduce en aumentos en la productividad pero sí en reducción de costos de producción. Este es el caso, por ejemplo, de tecnologías que conducen a una reducción del uso de insumos (variedades resistentes a plagas y enfermedades), o de aquellas que generan un aumento en la eficiencia productiva (información sobre dosis de fertilizantes). En este caso, dicha estimación debe realizarse comparando los costos esperados por la innovación, con aquellos costos que enfrentan los productores por la tecnología actualmente en uso en el país (con más aplicaciones de insumos).

Informe en el siguiente recuadro los impactos esperados del producto final generado por el proyecto, en términos de reducción de costos (antes y después).

a) Impacto esperado

Producto final	Costo producción anterior (US\$/ha)	Cambio del costo producción Actual/esperado (%)

b) Nivel de adopción esperado

Producto final	País (*)	Área actual (ha)	% 1 ^{er} Año	% 3 ^{er} Año	% 6 ^{to} Año

(*) Separar el nivel de adopción esperado por país, si el producto está siendo adoptado en más de un país.

3.4. Agregación de valor

El producto de la investigación agropecuaria puede generar algo que no incremente la productividad ni tampoco reduzca los costos de producción, pero sí agregue valor al producto. Este es el caso, por ejemplo, de una mejora en la **calidad** del producto en comparación con la actual. Otro ejemplo es cuando se genera un nuevo proceso agroindustrial.

Nota: Es importante aclarar que sólo se deben considerar como agregación de valor los incrementos de ingreso resultantes de agregación de valor y no de incremento de productividad (el caso de incremento de productividad se trató en el punto 3.2.).

Informe en el siguiente recuadro los impactos esperados en términos de agregación de valor (sin y con el producto). El recuadro debe ser completado en caso de que se aplique al producto generado por el proyecto.

a) Impacto esperado

Producto final	Costo producción anterior (US\$/ha)	Cambio del costo producción Actual/esperado (%)

b) Nivel de adopción esperado

Producto final	País (*)	Área actual (ha)	% 1 ^{er} Año	% 3 ^{er} Año	% 6 ^{to} Año

4. Impactos ambientales obtenidos o esperados

La evaluación de los impactos ambientales de la tecnología se basa en un conjunto de indicadores que involucran cuatro aspectos que caracterizan el impacto ambiental: **eficiencia tecnológica, conservación ambiental y calidad del producto.**

Nota: En la descripción de posibles impactos, busque presentar datos objetivos, por ejemplo: porcentaje de incremento en la cantidad de fertilizantes o plaguicidas, porcentaje de incremento en la cantidad de combustible o electricidad, cantidad o incremento porcentual en el uso de agua y suelo para siembra, impuesta por la tecnología.

4.1. Eficiencia tecnológica

La eficiencia tecnológica se refiere a la contribución de la tecnología para reducir la dependencia de uso de insumos, sean estos tecnológicos o naturales. Por lo tanto, describa los impactos obtenidos o esperados (cuando sea adoptada), según los tres indicadores de eficiencia tecnológica propuestos:

- El uso de insumos (agricultura: pesticidas y fertilizantes; pecuaria: insumos veterinarios y alimentación; y agroindustria: materia prima y aditivos).
- El uso de energía (combustibles fósiles y biomasa).
- El uso de recursos naturales (agua y suelo/pastos). El recuadro debe ser completado en caso de que se aplique al producto final generado por el proyecto.

Evidencias de impacto (descripción)

Indicadores de eficiencia	Descripción de los principales impactos obtenidos/esperados (+/-)
Uso de insumos	
Uso de energía	
Uso de recursos naturales	

Evaluación del impacto (escala del 1 al 5) (marque con una X la casilla que corresponda)

Indicadores de eficiencia	Grado de impacto esperado					
	No aplica	1	2	3	4	5
Uso de insumos						
Uso de energía						
Uso de recursos naturales						

(5) El nivel de cambio esperado para arriba o para abajo (positivo o negativo) se debe referir al nivel actual que sirve como referencia. Use la escala siguiente para ponderar su respuesta:

	Muy negativo 1	Negativo 2	Sin cambio 3	Positivo 4	Muy positivo 5
Nivel de cambio	Aumento de más del 75%	Aumento de más del 25% y menos del 75%	Sin cambios o cambios que representan reducción o aumentos menores al 25%	Reducción de más del 25% y menos del 75%	Reducción de más del 75%

4.2. Conservación ambiental

Se presentan los impactos obtenidos o esperados de la tecnología evaluada en términos de la conservación ambiental, según su efecto en la calidad de los compartimientos del ambiente: **atmósfera, calidad del suelo, calidad del agua, biodiversidad y generación de residuos.**

Se deben describir los impactos que ocurren o que deberían ocurrir después de la adopción de la tecnología, es decir, la contaminación del ambiente por los residuos generados por la actividad productiva agropecuaria y el empobrecimiento del hábitat natural y de la diversidad biológica por la adopción de la tecnología. El recuadro debe ser completado en caso de se aplique al producto final generado por el proyecto.

a) Evidencias de impacto (descripción)

Indicadores de conservación	Descripción de los principales impactos obtenidos/ esperados (+/-)
Contaminación de la atmósfera	
Contaminación del suelo	
Contaminación del agua	
Biodiversidad	
Generación de residuos	

b) Evaluación del impacto (escala del 1 al 5) (marque con una X la casilla que corresponda)

Indicadores de conservación	Grado de impacto esperado					
	No aplica	1	2	3	4	5
Contaminación de la atmósfera						
Contaminación del suelo						
Contaminación del agua						
Biodiversidad						
Generación de residuos						

	Muy negativo 1	Negativo 2	Sin cambio 3	Positivo 4	Muy positivo 5
Nivel de cambio	Aumento de más del 75%	Aumento de más del 25% y menos del 75%	Sin cambios o cambios que representan reducción o aumentos menores al 25%	Reducción de más del 25% y menos del 75%	Reducción de más del 75%

4.3. Calidad del producto

La calidad del producto es evaluada en términos de los contenidos de residuos químicos y contaminantes biológicos eventualmente alterados por la adopción de la innovación tecnológica. El recuadro debe ser completado en caso de que se aplique al producto final generado por el proyecto.

a) Evidencias de impacto (descripción)

Indicadores de calidad del producto	Descripción de los principales impactos obtenidos/ esperados (+/-)
Adictivos	
Residuos químicos	
Contaminantes biológicos	

b) Evaluación del impacto (escala del 1 al 5)

Indicadores de calidad del producto	Grado de impacto esperado					
	No aplica	1	2	3	4	5
Adictivos						
Residuos químicos						
Contaminantes biológicos						

	Muy negativo 1	Negativo 2	Sin cambio 3	Positivo 4	Muy positivo 5
Nivel de cambio	Aumento de más del 75%	Aumento de más del 25% y menos del 75%	Sin cambios o cambios que representan reducción o aumentos menores al 25%	Reducción de más del 25% y menos del 75%	Reducción de más del 75%

5. Impactos sociales

Se refiere a aquellos cambios producidos por el o los productos finales del proyecto que por su naturaleza afectan a los indicadores siguientes: **empleo, salud y nutrición**. Para el o los resultados del proyecto que usted considera que tendrán un impacto sobre algún o algunos de los indicadores que se listan en los recuadros que siguen, describa el impacto, la población sobre la cual se espera el impacto, y la evidencia objetiva sobre la que se basa su afirmación.

5.1 Nivel y calidad del empleo

En este caso se consideran tres indicadores:

- Cambios en el nivel de empleo agrícola.** Si la aplicación de la innovación resultante del proyecto implica un cambio del nivel

de empleo dentro o fuera de la finca en actividades agropecuarias (por ejemplo, una nueva máquina que desplace mano de obra) el impacto sería negativo sobre la demanda de mano de obra en la finca o la industria.

- b) **Cambios en el nivel de empleo no agrícola.** La aplicación de la innovación resultante del proyecto implica un cambio del nivel de empleo dentro o fuera de la finca en labores no agropecuarias cuando se inclinan los intereses hacia actividades artesanales, de comercio, empleo en la cadena de transformación, entre otros.
- c) **Cambios en la calidad del empleo.** Cuando la innovación resultante conduce a mejoras en las condiciones donde se desarrolla la mano de obra en la finca, región o sector, como nuevos procesos que facilitan una tarea o acortan la jornada laboral, mejoras en las condiciones de salubridad del trabajador, etc. Se debe especificar si el proyecto favorece o no a un grupo minoritario en particular.

5.2 Salud

Son los cambios en la salud de la población objetivo en términos de enfermedades, acceso a agua potable, expectativa de vida, salubridad, y otros como resultado de la adopción del proyecto. Se debe especificar si el proyecto favorece o no a un grupo minoritario en particular.

5.3 Nutrición

Corresponden a los cambios sobre el nivel o calidad de la nutrición de la población objetivo como consecuencia del uso de los resultados del proyecto. Se debe especificar si el proyecto favorece o no a un grupo minoritario en particular.

b) Evaluación del impacto (escala del 1 al 5, marque con una X)

Producto final: _____

País (1)	Componente (2)	Indicador (3)	Población referida (4)	Nivel de cambio esperado con respecto a la situación actual (5)				
				Muy negativo 1	Negativo 2	Sin cambio 3	Positivo 4	Muy positivo 5
	Empleo	Nivel de empleo agrícola						
		Nivel de empleo no agrícola						
		Calidad del empleo						
	Salud	Enfermedades endémicas						
		Acceso a agua potable						
		Expectativa de vida						
		Salubridad						
	Nutrición	Consumo energético						
		Consumo proteínico						
		Consumo vitamínico						
	Capital social	Tasa de mortalidad infantil						
		Redes formales/informales de apoyo mutuo						
		Política sectorial o nacional						

(4) Especifique lo más concretamente posible la población a la cual hace referencia el indicador seleccionado. Por ejemplo: población rural es menos específico que población rural pobre o que grupos indígenas. Niños entre 2 y 5 años es menos específico que niños entre 2 y 5 años en la región noreste, etc.

(5) El nivel de cambio esperado para arriba o para abajo (positivo o negativo) se debe referir al nivel actual que sirve como referencia. Use la escala siguiente para ponderar su respuesta:

Nivel de cambio	Muy negativo	Negativo	Sin cambio (nada)	Positivo	Muy positivo
	Reducción de más del 75%	Reducción de más del 25% y menos del 75%	Sin cambios o cambios que representen reducción o aumentos menores al 25%	Aumento de más del 25% y menos del 75%	Aumento de más del 75%

Para cada uno de los impactos sociales identificados, describa la evidencia sobre la cual se basa la afirmación.

País	Impacto esperado (1)	Evidencia (2)

1^{ra}) Describa de forma concreta y precisa el impacto o cambio esperado

2^{da}) Presente las evidencias que respaldan la afirmación en la primera columna. Estas evidencias deben surgir de los resultados del proyecto.

5. Otros impactos

Además de posibles impactos económicos, ambientales y sociales, los proyectos de investigación suelen producir impactos que no concuerdan con estas dimensiones y que deben ser tomados en cuenta. Estos otros se refieren a los impactos sobre el conocimiento de la población objetivo, en el campo de lo político-institucional y sobre la creación de capacidades a través de la capacitación. Haga una descripción sucinta de dichos impactos esperados, en caso de que sean considerados relevantes para el proyecto evaluado.

La generación de nuevos **conocimientos** se refiere a la capacidad de generar artefactos intangibles (métodos, conceptos etc.) y también a la capacidad de generar productos intermedios entre la I&D y la innovación.

Por impacto **político-institucional** se consideran los siguientes efectos provocados por el resultado del proyecto de investigación:

- Cambios en la formación de **redes de cooperación** que involucren centros de investigación públicos y privados, empresas, gobierno, ONG, entre otros.
- Cambios en el marco institucional (legal o práctico) que alteren el **acceso a recursos** tecnológicos, humanos, financieros y de conocimiento.
- Cambios en la orientación de las **políticas públicas** (elección de prioridades, cambios en la estructura de gobierno, cambios en los programas de asistencia, formación y apoyo a la producción y al desarrollo tecnológico).

- Cambios en la orientación de las **políticas privadas** empresariales (decisiones de invertir en producción, en tecnología y en capacitación de recursos humanos).

Finalmente, por impacto en **capacitación** se utilizan las siguientes dimensiones institucionales:

- Cambio en la capacitación relacional. Se refiere al cambio en la capacidad de los actores para crear y mantener relaciones institucionales que les suelen corresponder de manera directa e indirecta.
- Cambio en la capacitación organizacional. Se refiere al cambio en la capacidad de una institución, una red o conjunto de instituciones con vistas al aprendizaje y a la adaptación a los cambios externos.
- Cambio en la capacitación científica y tecnológica. Se refiere al cambio en la capacidad de absorción de nuevos conocimientos, ya sea en los temas de investigación o en los temas de gestión y promoción.

a) Evidencias de impacto (descripción)

Indicadores	Descripción de los principales impactos obtenidos/ esperados (+/-)
Generación de nuevos conocimientos	
Político-institucionales	
Capacitación	

b) Evaluación del impacto (escala del 1 al 5)

Indicadores	Grado de impacto esperado					
	No aplica	1	2	3	4	5
Generación de nuevos conocimientos						
Impactos político-institucionales						
Impactos sobre la capacitación						

	Muy negativo 1	Negativo 2	Sin cambio 3	Positivo 4	Muy positivo 5
Nivel de cambio	Aumento de más del 75%	Aumento de más del 25% y menos del 75%	Sin cambios o cambios que representan reducción o aumentos menores al 25%	Reducción de más del 25% y menos del 75%	Reducción de más del 75%

Anexo 4. Resumen de los objetivos propuestos de los proyectos

Título FONTAGRO	Descripción de los resultados principales	Categoría	Productos/actividades involucradas	Anotaciones
Cultivares plátano-banano	<ol style="list-style-type: none"> 1) Metodología para obtención de suspensiones celulares que llevaría a mejorar las actividades de mejoramiento tradicional. 2) Protocolos para la construcción de vectores con genes de defensa para sigatoka negra. 3) Protocolos para la transformación genética de plátano y banano. 4) Tres metodologías para la evaluación de resistencia / susceptibilidad a sigatoka negra. 	3 = Información pre-competitiva (biotecnología, uso de OGM)	Banano y plátano	Resultado demasiado básico para identificar impactos potenciales específicos.
Frijol voluble, alto andino	<ol style="list-style-type: none"> 1) Líneas avanzadas de frijol volubles (material genético mejorado) 	1 = Innovación tecnológica precompetitiva	Frijol	Variedades mejoradas
Arroz, <i>Piricularia</i> , Cono Sur	<ol style="list-style-type: none"> 1) Determinación de la estructura y diversidad genética de la población regional de PG. 2) Identificación de reacciones patogénica. 	3 = Información precompetitiva	Arroz	Eventualmente, variedades mejoradas con resistencia a <i>Piricularia grisea</i>

Arroz, <i>Piricularia</i> , Cono Sur (cont).	<p>3) Establecimiento de la relación entre variaciones patogénicas y hot spots para la selección de genes de resistencia.</p> <p>4) Establecimiento de una estrategia regional para obtener resistencia durable.</p>				
Embriogénesis en café	<p>1) Tres clones, que ya pueden ser distribuidos a los productores con rendimientos superiores a 150% en promedio.</p>	2= Innovación tecnológica competitiva.	Café		
Royas en trigo	<p>1) Selección de materiales genéticos mejorados con resistencia a royas.</p> <p>2) Organización y selección de colecciones especiales de royas.</p> <p>3) Estudio de la base genética de la resistencia de la planta adulta (RPA).</p> <p>4) Estudio de la variabilidad patogénica de la roya.</p> <p>5) Conservación de razas de royas con diferentes combinaciones de virulencia.</p>	3 = Información precompetitiva	Trigo	Eventualmente, variedades mejoradas con resistencia a royas, particularmente <i>Puccinia triticina</i>	

Palma de aceite	<p>1) Un artículo internacional y 12 nacionales.</p> <p>2) Taller internacional. Participación en 2 eventos internacionales y 2 nacionales.</p> <p>3) Apoyo a formación profesional (3).</p> <p>4) Establecimiento de contactos entre el CENIPALMA y centros de Ecuador, Brasil, Malasia y Francia.</p> <p>5) Aumento de accesiones en el banco de germoplasma.</p> <p>6) Información básica.</p> <p>7) Soluciones tecnológicas para palmicultores.</p>	3 = Información precompetitiva (biotecnología, uso de marcadores moleculares)	Palma aceitera	Resultado demasiado básico para identificar impactos potenciales específicos
MIP Sigatoka plátano	Sin reporte final			
Calidad sanitaria en acuicultura	<p>1) Diagnóstico de la acuicultura latinoamericana.</p> <p>2) Red de investigadores latinoamericanos.</p> <p>3) Productos inmunostimulantes desarrollados por Biodinámica son seguros e inocuos con factibilidad técnica y económica para ser incorporados en programas sanitarios acuícolas.</p>	2= Innovación tecnológica competitiva, 3 = información precompetitiva	Salmónidos, tilapias, etc.	Productos para ingresar a la cadena productiva de la acuicultura en América Latina.

<p>Poscosecha en guayaba</p>	<p>Recursos genéticos en pastizales</p>	<p>Sin reporte final</p>	<p>1) Calibración de la relación IVN-PPNA y estimación de la productividad primaria a través de imágenes satelitales. 2) Caracterización del uso de la tierra en la región de estudio. 3) Caracterización de la PPNA promedio y su variación en la región. 4) Desarrollo de sistemas de prospección. 5) Difusión de la información. 6) Implementación de cursos de capacitación. 7) 10 artículos en revistas científicas, 2 tesis de grado, 2 de maestría y 2 de doctorado.</p>	<p>3 = Información precompetitiva</p>	<p>Pasturas</p>		<p>Metodologías que reducen los costos de generar información pública útil para la predicción.</p>
------------------------------	---	--------------------------	---	---------------------------------------	-----------------	--	--

