

# Evaluación económico-ecológica de temas de investigación agropecuaria en Mesoamérica



**PRIORIZACION DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA  
EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

ALC-6  
5207



El Proyecto de *Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe* (ALC) fue auspiciado por el BID, coordinado por el Área de Ciencia y Tecnología, Recursos Naturales y Producción Agropecuaria del Consorcio Técnico del IICA, y coejecutado con el IFPRI con la colaboración del PROCANDINO, el PROCISUR, el CARDI, el PRIAG, el SICTA, el CIAT y los institutos nacionales de investigación agropecuaria del ALC.

Su principal objetivo fue el de estimular y desarrollar la capacidad de aplicar metodologías de priorización para apoyar las decisiones de asignación de recursos a la investigación agropecuaria multinacional y nacional.

Las principales actividades del proyecto consistieron en:

- Capacitar a técnicos y directivos de los INIAS y otras instituciones de investigación agropecuaria en metodologías de evaluación y aplicaciones de priorización de la investigación.
- Fortalecer sistemas de información y bases de datos de prioridades en los niveles regional y subregional.
- Desarrollar y aplicar metodologías de evaluación y priorización de la investigación multinacional y nacional.

Los principales resultados del proyectos incluyen:

1. Profesionales capacitados en metodologías de evaluación y prioridades de investigación.
2. Material educativo en evaluación y prioridades (manuales y *software*).
3. Bases de datos sobre información agroecológica, socioeconómica y técnica.
4. Programas de computación y manuales para evaluar la investigación agropecuaria: *DREAM* y *DreamSur*.
5. Evaluaciones de la investigación multinacional en la Subregión Andina, el Caribe y Mesoamérica.

# INDICE

<b>INDICE DE FIGURAS Y CUADROS</b> .....	5
<b>SIGLAS</b> .....	9
<b>RECONOCIMIENTOS</b> .....	11
<b>PRESENTACION</b> .....	13
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	15
1.1. Antecedentes .....	15
1.2. Desarrollo del Proyecto en Mesoamérica .....	16
1.2.1. Objetivos .....	16
1.2.2. Resultados esperados .....	16
1.3. Objetivo y Estructura del Estudio .....	17
<b>2. EL CONTEXTO DE LOS PAISES MESOAMERICANOS</b> .....	19
2.1. Perspectiva Económica .....	19
2.2. Investigación Agropecuaria en Mesoamérica .....	22
2.3. Evaluación de los Impactos de la Investigación y la Identificación de Prioridades .....	26
<b>3. SELECCION DE TEMAS SUBREGIONALES DE INTERES COMUN</b> .....	27
<b>4. METODOLOGIA ECONOMICO-ECOLOGICA PARA EVALUAR TEMAS DE INVESTIGACION</b> .....	33
4.1. Zonas Agroecológicas para Tecnologías Específicas .....	35
4.2. Conceptualización del Cambio Tecnológico .....	39
4.2.1. Modelo básico .....	39
4.2.2. Proceso de adopción de tecnología .....	42
4.2.3. Cálculo de beneficios sociales de investigación .....	43
4.2.4. Modelo de multimercados .....	46
4.3. Diseño de Escenarios – Políticas, Mercados y Tecnologías .....	49
<b>5. IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA PARA EVALUAR TEMAS DE INVESTIGACION</b> .....	53
5.1. Recolección de Información de los Temas de Investigación de Interés Común .....	53
5.1.1. Diseño y uso del cuestionario .....	53
5.1.2. Compilación de datos económicos .....	54
5.2. Armonización y Consolidación de Datos .....	56
5.3. Identificación de las ZAEs .....	57
5.3.1. Armonización de los datos nacionales ZAE .....	58
<b>6. EVALUACION DE LOS TEMAS DE INVESTIGACION SELECCIONADOS</b> .....	73
6.1. Representación del Mercado y del Comercio .....	73
6.1.1. Opción de análisis elegida .....	73
6.1.2. Desagregación de la producción a nivel subnacional .....	74

This One



CARY-1KE-BFPP

gle

6.2.	Resumen de los Datos del Modelo .....	74
6.3.	Operación del Programa <i>DREAM</i> .....	81
6.4.	Descripción de la Evaluación Individual de los Temas .....	82
6.4.1.	Contexto de las evaluaciones .....	82
6.4.2.	Mejoramiento genético de arroz .....	83
6.4.3.	Mejoramiento genético de frijol .....	84
6.4.4.	Mejoramiento genético de maíz .....	87
6.4.5.	Mejoramiento genético de papa .....	87
6.4.6.	Manejo integrado de plagas de papa .....	89
6.4.7.	Mejoramiento genético de tomate de mesa .....	89
6.4.8.	Manejo integrado de plagas de tomate de mesa .....	89
6.4.9.	Pastos y forrajes para producción de leche .....	94
<b>7.</b>	<b>RESULTADOS ADICIONALES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>95</b>
7.1.	Presentación de Resultados Adicionales .....	95
7.1.1.	Dinámicas del mercado (precios y cantidades) .....	95
7.1.2.	Beneficios económicos por región del mercado .....	95
7.1.3.	Comparación de temas .....	97
7.2.	Limitaciones del Estudio .....	100
7.2.1.	Objetivos simultáneos de fortalecer la capacidad e implementar la tecnología .....	100
7.2.2.	Limitaciones de información .....	101
7.2.3.	Restricciones metodológicas .....	102
7.3.	Niveles de Aplicación y Aptitud de la Metodología .....	102
7.3.1.	Evaluación de la investigación a nivel multinacional .....	102
7.3.2.	Evaluación de la investigación a nivel nacional y subnacional .....	103
7.3.3.	Cálculo de beneficios para blancos geográficos y socioeconómicos .....	103
7.3.4.	Estimación del impacto de la gama total de opciones de inversión en IyD .....	103
7.4.	Recomendaciones .....	104
7.4.1.	Atractivo relativo de los temas de IyD .....	104
7.4.2.	Ejecución de la evaluación de la investigación multinacional .....	104
7.4.3.	Capacitación en evaluación de la investigación .....	106
7.4.4.	Desarrollo metodológico .....	107
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>1. Determinación de Temas Comunes de Investigación .....</b>	<b>111</b>
	<b>2. Producción y Tecnología de Algunos Productos en Mesoamérica .....</b>	<b>123</b>
	<b>3. Cuestionario .....</b>	<b>133</b>
	<b>4. Información Técnica y Económica .....</b>	<b>141</b>
	<b>5. Información de Costos .....</b>	<b>151</b>
	<b>6. Evaluación del MG de Arroz, cuando la Región Externa es el RDM .....</b>	<b>155</b>
	<b>7. Beneficios por Región de Mercado .....</b>	<b>159</b>

## INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

### Figuras

2.1.	PIB per Cápita	19
2.2.	PIB Agrícola	21
2.3.	Importancia Relativa del Sector Agropecuario	21
2.4.	Población Rural	23
2.5.	Población Económicamente Activa en el Sector Agropecuario	23
2.6.	Producción de Alimentos per Cápita	24
4.1.	La Generación de Información para la Evaluación Estratégica de la IyD Agropecuaria	34
4.2.	Zonas de Vida Holdridge en Mesoamérica	37
4.3.	Elevación de Mesoamérica	37
4.4.	Precipitación Total Anual en Mesoamérica	38
4.5.	Temperatura Media Anual en Mesoamérica	38
4.6.	Modelo Básico de Excedentes Económicos	40
4.7.	Curva de Adopción de Nueva Tecnología	44
4.8.	Reducción del Costo Unitario en el Tiempo	44
4.9.	Patrón de Beneficios Netos	45
4.10.a	Equilibrio en el Modelo de Multimercados	47
4.10.b	Cambio Tecnológico en un Modelo de Multimercados	47
4.11.	Regiones de Mercados y Flujos de Comercio	49
4.12	Flujos de Comercio entre los Países de Mesoamérica y la Región de Comercio	51
5.1.	Interacción con los Científicos para Caracterizar Actividades de IyD	55
5.2.a.	Mejoramiento Genético de Arroz	59
5.2.b.	Mejoramiento Genético de Frijol	60
5.2.c.	Mejoramiento Genético de Maíz	61
5.2.d.	Manejo Integrado de Plagas y Mejoramiento Genético de Papa	62
5.2.e.	Manejo Integrado de Plagas y Mejoramiento Genético del Tomate	63
5.2.f.	Pastos y Forrajes y Mejoramiento Genético para Ganadería de Doble Propósito	64
5.3.a.	Mesoamérica. Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional: Mejoramiento Genético de Arroz	65
5.3.b.	Mesoamérica. Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional: Mejoramiento Genético de Frijol	66
5.3.c.	Mesoamérica. Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional: Mejoramiento Genético de Maíz	67
5.3.d.	Mesoamérica. Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional: Manejo Integrado de Plagas y Mejoramiento Genético de Papa	68
5.3.e.	Mesoamérica. Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional: Mejoramiento Genético del Tomate	69
5.3.f.	Mesoamérica. Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional: Pastos y Forrajes y Mejoramiento Genético para Ganadería de Doble Propósito	70

6.1.a.	Reducción Potencial del Costo Unitario por Tecnología ( $K_{pot}$ )	79
6.1.b.	Probabilidad de Éxito por Tecnología	79
6.1.c.	Tiempo de IyD por Tecnología	80
6.1.d.	Techo de Adopción por Tecnología	80
6.2.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Arroz, Bajo Libre Comercio (1992-2006)	85
6.3.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Frijol, Bajo Libre Comercio (1992-2006)	86
6.4.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Maíz, Bajo Libre Comercio (1992-2006)	88
6.5.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008)	90
6.6.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008)	91
6.7.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008)	92
6.8.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008)	93
6.9.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Pastos y Forrajes - Leche, Bajo Libre Comercio (1992-2006)	94
7.1.	Evolución de Precios y Cantidades: Tema MG de Maíz	96
7.2.	Congruencia entre las Jerarquías Regionales y Nacionales de los Temas de Investigación de Interés Común de los Países de Mesoamérica (con Base en los Beneficios Brutos Totales).	99

## Cuadros

2.1.	Algunos Indicadores Económicos y Demográficos de los Países Mesoamericanos	20
2.2.	Gastos y Personal de Investigación en el Sector Agropecuario	25
3.1.	Temas de Investigación Subregional de Interés Común	28
3.2.	Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Arroz	29
3.3.	Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Maíz	29
3.4.	Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Frijol	30
3.5.	Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Papa	30
3.6.	Mesoamérica: Tecnologías para el Manejo Integrado de Plagas de Papa	31
3.7.	Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Tomate	31
3.8.	Mesoamérica: Tecnologías para el Manejo Integrado de Plagas de Tomate	32
3.9.	Mesoamérica: Tecnologías para el Pastos y Forrajes (Leche)	32
4.1.	Resumen de los Parámetros de la Evaluación Económica	52
6.1.	Hoja de Balance de Alimentos para Mesoamérica	75
6.2.	Mesoamérica: Información Técnica y Económica de Temas de Investigación	77

6.3.	Mesoamérica: Resultados de los Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Arroz, Bajo Libre Comercio (1992-2006) .....	85
6.4.	Mesoamérica: Resultados de los Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Frijol, Bajo Libre Comercio (1992-2006) .....	86
6.5.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Maíz, Bajo Libre Comercio (1992-2006) .....	88
6.6.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008) .....	90
6.7.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008) .....	91
6.8.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008) .....	92
6.9.	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008) .....	93
6.10	Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Pastos y Forrajes, Leche, Bajo Libre Comercio (1992-2006) .....	94
7.1.	Comparación de Temas por Escala y Valores de los Beneficios Brutos en Mesoamérica .....	98



## SIGLAS

ALCA	Area de Libre Comercio de las Américas
ALC	América Latina y el Caribe
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CARDI	Instituto de Investigación y Desarrollo Agrícola del Caribe
CARICOM	Comunidad y Mercado Común del Caribe
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
CENTA	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (El Salvador)
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIAT	Centro Internacional de Agricultura Tropical (Colombia)
CIMMYT	Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo
CIP	Centro Internacional de la Papa
CORECA	Consejo Regional de Cooperación Agrícola de Centroamérica, México, Panamá y República Dominicana
DICTA	Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (Honduras)
ETP	Equipo Técnico de Prioridades
FDA	Fundación de Desarrollo Agropecuario (República Dominicana)
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GCIAR	Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional
ICTA	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (Guatemala)
ICAFE	Instituto del Café (Costa Rica)
IDIAP	Instituto de Investigación Agropecuaria en Panamá (Panamá)
IFPRI	Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INIAs	Institutos nacionales de investigación agropecuaria
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (México)
INTA	Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (Nicaragua)
IyD	Investigación y desarrollo
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería (Costa Rica)
MG	Mejoramiento genético
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MIP	Manejo integrado de plagas
NAFTA	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
OMC	Organización Mundial de Comercio
PIB	Producto interno bruto

PyF	Pastos y forrajes
PRIAG	Programa Regional de Reforzamiento a la Investigación Agronómica sobre los Granos Básicos en Centroamérica
PROCIANDINO	Programa Cooperativo de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria para la Subregión Andina
PROCI <sub>s</sub>	Programas Cooperativos de Investigación Agropecuaria
PROCISUR	Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario del Cono Sur
SICTA	Sistema de Integración Centroamericana de Tecnología Agrícola
SIG	Sistemas de información geográfica
RDM	Resto del Mundo
TAC	Comité Técnico Asesor
ZAE	Zona agroecológica

## **RECONOCIMIENTOS**

Las actividades del Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe en Mesoamérica se realizaron con el apoyo de los Directores de los Institutos Nacionales de Investigación de Mesoamérica: el MAG de Costa Rica, el CENTA de El Salvador, el ICTA de Guatemala, la DICTA de Honduras, el INIFAP de México, el INTA de Nicaragua, el IDIAP de Panamá y la FDA de la República Dominicana.



## PRESENTACION

La globalización económica y el auge del comercio internacional, el combate contra la pobreza y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales caracterizan el entorno en que se desenvuelven los países de América Latina y el Caribe (ALC) al aproximarse el siglo XXI. En la época actual, las fuerzas propulsoras de la globalización y liberalización de mercados conducen a una mayor especialización de la producción agropecuaria de acuerdo con las ventajas comparativas y competitivas de los países, las cuales adquieren dinamismo gracias al cambio tecnológico, que permite generar más y mejores productos a un menor costo.

Los acuerdos multilaterales de la OMC y el ALCA, los bloques comerciales que se han constituido en la región (como el NAFTA, el MERCOSUR, el Pacto Andino, el Mercado Común Centroamericano y el CARICOM) y los múltiples acuerdos de libre comercio entre países ofrecen y crean oportunidades para hacer efectiva una integración tecnológica que conduzca, mediante la investigación multinacional en áreas específicas, al aprovechamiento pleno de la diversidad agroecológica y biológica y de las capacidades de investigación de las naciones, más allá de las fronteras geopolíticas, para incrementar la capacidad productiva de la región en beneficio de su población.

En respuesta al proceso de globalización y liberalización de mercados, los gobiernos de los países han hecho ajustes que en muchos casos han significado reducciones selectivas del gasto público. Estos cambios son significativos para la inversión en investigación agropecuaria, porque los fondos destinados a ésta se han reducido, en términos reales, en la mayoría de los países. Al mismo tiempo, la eliminación de subsidios e impuestos también representa cambios en la rentabilidad de algunas tecnologías.

A pesar de que los fondos se reducen, la demanda que enfrentan las instituciones públicas y privadas de investigación tiende a aumentar y a diversificarse. Los gobiernos requieren cada vez más demostraciones de los impactos socioeconómicos que la investigación produce y que, además, ésta amplíe su alcance y usuarios potenciales. Por consiguiente, exigen que se dé respuesta a esa demanda y se amplíe la gama de metas de la investigación, más allá de incrementar la producción, y que también se incluyan otros objetivos, tales como: sostenibilidad desde el punto de vista ambiental y reducción de la pobreza urbana y rural, entre otros. En estas circunstancias, identificar prioridades y asignar recursos a la investigación de manera óptima, con menos fondos pero con mayor cantidad de objetivos, se torna complejo y difícil. Sin embargo, los cambios que se experimentan en el entorno actual también brindan oportunidades para explotar las ventajas que ofrece la investigación multinacional, mediante nuevos arreglos institucionales en el marco de los bloques comerciales regionales y subregionales y de los múltiples acuerdos binacionales de libre comercio.

Es precisamente en este marco donde se publica la presente serie, denominada *Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe*. Es oportuno señalar que la serie permite contar con varios enfoques metodológicos de evaluación económica *ex ante* de la investigación; en este sentido, sirve de instrumento para apoyar la toma de decisiones de inversión y “visualizar” sus implicaciones futuras.

En 1995 el IICA y el BID firmaron un convenio de cooperación para ejecutar el *Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe*, coordinado por la Dirección del Área de Ciencia y Tecnología,

Recursos Naturales y Producción Agropecuaria en el ámbito del Consorcio Técnico del IICA y coejecutado con el IFPRI con la colaboración del PROCANDINO, el PROCISUR, el CARDI, el PRIAG, el SICTA, el CIAT y los institutos nacionales de investigación agropecuaria de ALC. Su principal objetivo fue el de estimular y desarrollar la capacidad de aplicar metodologías de priorización para apoyar las decisiones de asignación de recursos a la investigación agropecuaria multinacional y nacional.

La serie, que difunde los principales productos del Proyecto, consta de ocho documentos: 1) Prioridades de Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe: Cinco Años de Experiencia Conjunta IICA-BID; 2) Dream: Manual para el Usuario; 3) Impacto de la Investigación del Arroz en Latinoamérica y el Caribe Durante las Tres Últimas Décadas; 4) Una Revisión del *Software* de Evaluación de la Investigación Agropecuaria; 5) Evaluación Económico-Ecológica de Temas de Investigación Agropecuaria en los países Andinos; 6) Analysis of Agricultural Research Priorities in the Caribbean; 7) Evaluación Económico-Ecológica de Temas de Investigación Agropecuaria en Mesoamérica; y 8) Caracterización de Cadenas Agroalimentarias para Evaluar Investigación en el Cono Sur. Además de difundir las metodologías y el *software* desarrollado, la serie incluye algunos resultados, tales como: el valor económico potencial de los beneficios de la investigación multinacional en el combate contra la *Phytophthora* de la papa en la Subregión Andina puede alcanzar cerca de US\$298 millones en el transcurso de 20 años; en Mesoamérica el valor económico potencial de los beneficios de proyectos para generar y adoptar nuevas variedades de arroz, que abarcan solo parte de la subregión, llega fácilmente a US\$160 millones en el transcurso de 15 años; y en las islas del Caribe angloparlante, el valor económico potencial de los beneficios de la investigación y adopción en vegetales para satisfacer la demanda doméstica y el turismo alcanza casi US\$23 millones al año. El Proyecto también tuvo resultados menos tangibles, tal como la capacitación en priorización y evaluación *ex ante* de la investigación agropecuaria de 58 profesionales de ALC, hecho que permitirá la creación de una red sobre estos temas.

Creemos que la serie, producto principal del Proyecto, cumple y responde a la necesidad actual de contar con instrumentos de análisis, metodologías, *software* y ejemplos de evaluación *ex ante* y *ex post* del impacto de la inversión en investigación multinacional en ALC, en el marco del libre comercio. En este sentido, provee una base actualizada para la toma de decisiones de inversión en investigación, por lo que se espera que sea útil para gerentes, investigadores, planificadores y estudiosos de la evaluación del impacto de la inversión en investigación agropecuaria en la Región.

Gerardo Escudero  
Gerente, Consorcio Técnico del IICA

Rubén Echeverría  
Banco Interamericano de Desarrollo

# 1. INTRODUCCION

## 1.1. Antecedentes

En el contexto actual de globalización económica, los países de América Latina y el Caribe (ALC) requieren de estrategias bien definidas orientadas a mejorar y la competitividad internacional de la agricultura, a fin de satisfacer las demandas de alimentación de las generaciones presentes y futuras, sin sacrificar las oportunidades de mejorar el nivel de vida de los grupos pobres rurales y urbanos y de manejar sosteniblemente los recursos naturales. La apertura económica y la reducción del aparato estatal que experimentan algunos países de ALC generan presiones para que las instituciones públicas de investigación se transformen, con el propósito de incrementar la eficiencia de sus actividades y de ampliar el alcance de su investigación e incluir dentro de sus objetivos la equidad social y la sostenibilidad ecológica.

En este contexto, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha firmado dos convenios con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), para realizar actividades de priorización de investigación agropecuaria en ALC, con la mira de contribuir al fortalecimiento de capacidades de las instituciones de investigación para identificar prioridades y asignar recursos óptimamente.

En particular, en febrero de 1995 el IICA y el BID firmaron un convenio de cooperación para ejecutar el “Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones para Priorizar la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe”, también denominado “Proyecto de Prioridades IICA/BID” o “IBP-2”, coordinado por el IICA y ejecutado conjuntamente con el Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias (IFPRI) y la colaboración de los Programas Cooperativos de Investigación Agropecuaria (PROCI) y los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria (INIAs) de ALC.

Su objetivo general fue estimular y desarrollar en ALC la capacidad de aplicar metodologías de priorización para apoyar las decisiones de asignación de recursos a la investigación agropecuaria multinacional y nacional.

El Proyecto contó con dos componentes. Uno de ellos, de alcance regional, consistió en generar modelos de evaluación del cambio tecnológico y *software* para ALC. En el otro componente, de carácter subregional, se capacitó y se llevaron a cabo evaluaciones económicas prospectivas sobre el impacto de temas de investigación multinacional de interés común para los países que conforman una subregión.

Se espera que las evaluaciones brinden información relevante para quienes toman las decisiones de asignar recursos de investigación, por ejemplo, las comisiones directivas de los programas cooperativos o los directores de los INIAs. Los resultados que se deriven contribuirán a identificar las prioridades multinacionales de investigación agropecuaria en la región y en cuatro subregiones de ALC: Andina, Caribe, Cono Sur y Mesoamérica. Los principales clientes del proyecto son los INIAs y el BID, a través del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria.

El proyecto se inició con una primera reunión técnica de planificación celebrada en junio de 1995, en la que se decidió seguir un enfoque participativo con los INIAs de ALC. De acuerdo con éste, la primera tarea en cada subregión consistió en realizar una reunión de planificación de actividades con los socios subregionales, directivos y técnicos de los INIAs correspondientes.

## 1.2. Desarrollo del Proyecto en Mesoamérica

En el entorno de globalización e integración económica, así como del correspondiente proceso de cambio económico, ajustes y reconversión de la estructura productiva de los países de Mesoamérica (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y la República Dominicana), se requiere reorientar, diseñar, ejecutar y evaluar las actividades de investigación agropecuaria, con el fin de explotar oportunidades y demandas de desarrollo tecnológico a nivel nacional y multinacional para incrementar la competitividad, de manera ecológicamente sostenible y sin perjuicio de los grupos marginados.

En este marco, las iniciativas de investigación y desarrollo (IyD) multinacionales pueden promover el comercio entre productos y tecnologías y proveer oportunidades de mejorar la eficiencia de la investigación. Por ejemplo, puede haber ahorros significativos al compartir el costo de IyD de tecnologías para zonas agroecológicas que son comunes a más de un país. En este sentido, se justifica la realización de esfuerzos subregionales para fortalecer la capacidad técnica institucional de evaluar la investigación agropecuaria multinacional.

Para implementar el Proyecto IBP-2, en agosto de 1996 se llevó a cabo una reunión inicial, con directivos y técnicos del MAG (Costa Rica), el CENTA (El Salvador), el ICTA (Guatemala), la DICTA (Honduras), el INIFAP (México), el INTA (Nicaragua), el IDIAP (Panamá) y la FDA (República Dominicana). En el evento se discutió la metodología que estaba desarrollando el IFPRI, que combina la agroecología con el excedente económico y se recomendó su aplicación. También se recomendó formar un Equipo Técnico de Prioridades (ETP) para Mesoamérica, liderado por el IICA y encargado de probar y ajustar dicha metodología y explorar su aplicación en la subregión.

### 1.2.1. Objetivos

Para Mesoamérica se elaboró un plan de trabajo con los siguientes objetivos: a) capacitar a técnicos y directivos de los INIAs y otras instituciones de investigación agropecuaria en metodologías y aplicaciones de priorización; b) fortalecer los sistemas de información y las bases de datos de prioridades en el nivel subregional; y c) desarrollar y aplicar metodologías de evaluación y priorización de la investigación multinacional y nacional.

### 1.2.2. Resultados esperados

Los siguientes cuatro productos, en conjunto, permiten el logro del objetivo del proyecto:

- a. Adopción y aplicación del enfoque de excedentes económicos en “multimercados”, soportado por el programa *DREAM*.
- b. Capacitación de recursos humanos en el manejo de la metodología de priorización.
- c. Desarrollo de una base de datos y de modelos para identificar prioridades en la subregión.
- d. Elaboración de reportes de análisis y formulación de recomendaciones de prioridades de temas de investigación cooperativa subregional.

### 1.3. Objetivo y Estructura del Estudio

Esta publicación tiene como objetivo documentar el proceso de identificación y evaluación de temas de investigación subregional de interés común, mediante el enfoque económico-ecológico soportado por el programa de evaluación *DREAM*, con la participación de las principales instituciones de investigación agropecuaria de Mesoamérica.

El trabajo está estructurado de la siguiente manera. El primer capítulo consta de esta introducción. El segundo muestra una breve perspectiva económica y de la organización en la investigación en Mesoamérica. En el tercer capítulo, se describe la elección de los temas de investigación de interés común. En el cuarto capítulo se discute el marco metodológico del estudio. La operacionalización de la metodología se presenta en el quinto capítulo. El sexto capítulo muestra las evaluaciones de los temas seleccionados y, finalmente el séptimo capítulo presenta los resultados y las recomendaciones.

Conviene mencionar que las actividades del proyecto IBP-2 se desarrollaron con los mismos objetivos y actividades y casi simultáneamente en la Subregión Andina y Mesoamérica. De igual manera, los reportes de las dos subregiones se desarrollaron en paralelo; consiguientemente, salvo las especificidades tecnológicas, económicas e institucionales de cada subregión, esta publicación y la correspondiente a los países andinos (No. 5 de esta serie), tienen una estructura similar.



## 2. EL CONTEXTO DE LOS PAISES MESOAMERICANOS

### 2.1. Perspectiva Económica

Durante los años ochentas, particularmente al inicio de la década, se presentó una contracción económica general en Mesoamérica (Costa Rica, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua y Panamá), en términos del producto interno bruto (PIB) per cápita en US\$ constantes (Figura 2.1). Entre 1980 y 1985, el PIB per cápita cayó en casi todos los países, en especial en El Salvador (-3.37% anual) y Guatemala (-4.09% anual) (Cuadro 2.1). Aunque Panamá no tuvo una disminución en este período, fue uno de los países en que el PIB per cápita cayó significativamente en el período 1986-1990 (-5.28% anual). En contraste, en el período 1991-1995, con la excepción de México y Nicaragua, casi todas las economías de Mesoamérica crecieron (Cuadro 2.1), encabezadas por Panamá (5.62% anual) y El Salvador (4.33% anual), seguidas por República Dominicana (3.34% anual), Costa Rica (2.85% anual) y Guatemala (1.75% anual). Costa Rica, El Salvador y República Dominicana iniciaron su recuperación mucho más temprano, y en 1995 el PIB per cápita fue mayor que en 1980 en esos países.

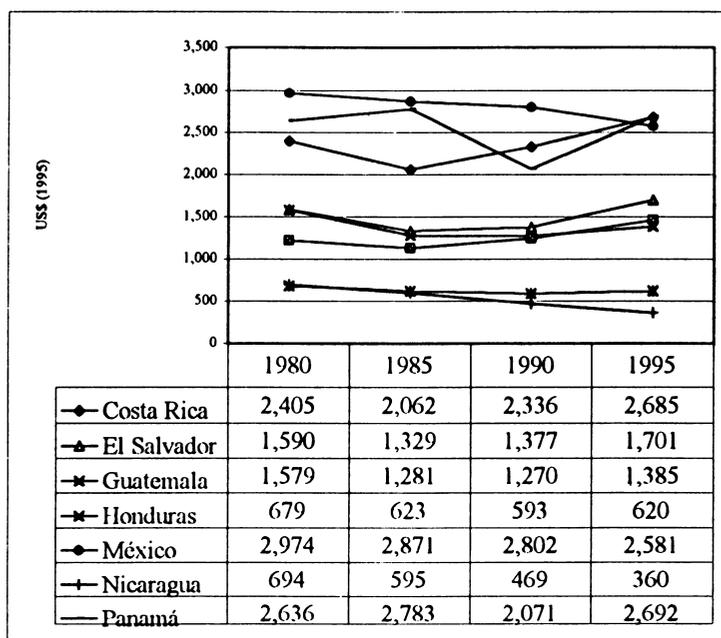


Figura 2.1. PIB per Cápita.  
Fuente: Banco Mundial 1997.

El comportamiento del sector agropecuario de Mesoamérica ha sido estable. En general, el valor agregado del sector creció moderadamente durante el período 1980-1995, con la excepción notable de El Salvador, que cayó en un 38% en esos quince años (Figura 2.2). Durante el mismo lapso, el sector agropecuario de Costa Rica creció 54%, y los de Honduras y Panamá, 43% y 17%, respectivamente. Como es de esperarse, la participación del sector agropecuario en el PIB tiende a ser poco significativa (Figura 2.3). Sin embargo, el crecimiento del sector agropecuario en Honduras y Costa Rica ha mantenido constantes la participación del PIB agropecuario en el total, 20%

**Cuadro 2.1. Algunos Indicadores Económicos y Demográficos de los Países Mesoamericanos.**

	Costa Rica	Dom. Rep	El Salvador	Guatemala	Honduras	México	Nicaragua	Panamá	Mesoamérica
<b>PIB per cápita (US\$ 1995)- tasa de crecimiento % / año (1)</b>									
<b>80-85</b>	-2.59	-1.44	-3.37	-4.09	-1.64	-0.60	-2.98	1.15	<b>-1.17</b>
<b>86-90</b>	2.54	2.16	0.75	-0.15	-0.92	-0.43	-3.78	-5.28	<b>-0.35</b>
<b>91-95</b>	2.85	3.34	4.33	1.75	0.94	-1.52	-4.01	5.62	<b>-0.43</b>
<b>Población total - 1000 personas (1)</b>									
<b>1995</b>	3,399	7,822	5,623	10,621	5,924	91,831	4,375	2,631	<b>101,200</b>
<b>Población total - tasa de crecimiento % / año (1)</b>									
<b>80-85</b>	2.95	2.28	0.56	2.86	3.66	2.35	2.71	2.19	<b>2.38</b>
<b>86-90</b>	2.81	2.20	1.49	2.92	3.10	2.23	3.20	2.09	<b>2.33</b>
<b>91-95</b>	2.29	1.93	2.25	2.92	3.02	1.92	3.13	1.70	<b>2.11</b>
<b>Proporción de población urbana % (1)</b>									
<b>1995</b>	49	65	45	41	46	75	65	53	<b>69.5</b>
<b>Proporción de población rural - tasa de crecimiento % / año (2)</b>									
<b>80-85</b>	-0.64	-2.18	-0.40	-0.22	-1.29	-2.09	-1.31	-0.45	<b>-1.59</b>
<b>86-90</b>	-0.81	-2.22	-0.39	-0.44	-0.96	-2.31	-2.49	-0.47	<b>-1.74</b>
<b>91-95</b>	-0.87	-2.21	-0.29	-0.68	-1.13	-2.15	-1.79	-0.46	<b>-1.63</b>
<b>Proporción de empleo en agricultura - tasa de crecimiento % / año (2)</b>									
<b>80-85</b>	-2.63	-2.51	-1.44	-0.25	-2.86	-2.59	-3.24	-0.43	<b>-2.27</b>
<b>86-90</b>	-3.17	-2.78	-2.01	-0.28	-3.48	-2.62	-3.43	-1.54	<b>-2.38</b>
<b>91-95</b>	-3.07	-3.76	-2.25	-0.69	-4.32	-2.79	-3.78	-3.21	<b>-2.65</b>
<b>Producción de alimentos por persona - tasa de crecimiento % / año (3)</b>									
<b>80-85</b>	-0.65	-0.76	-0.40	0.14	-4.31	0.42	-3.84	0.76	<b>-0.05</b>
<b>86-90</b>	1.70	-0.61	0.74	1.46	0.52	-1.17	-0.44	-0.66	<b>-0.68</b>
<b>91-95</b>	2.65	-0.44	-1.27	-1.10	-3.24	1.52	-0.33	-2.06	<b>0.77</b>
<b>Pobreza: población con &lt;\$1 por día (1985 PPP \$) % (1)</b>									
	18.90	19.90	-	53.30	46.50	14.9	43.8	25.6	
<b>Año</b>	(1989)	(1989)	-	(1989)	(1992)	(1992)	(1993)	(1989)	

**Fuentes:** 1) Banco Mundial (1997) World Tables, (2) FAO, <<http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl?Population&Domain=SUA>> (3) FAO, <<http://apps.fao.org/lim500/nph-wrap.pl?Crops.Primary&Domain=PIN>>, (4) HDR (1997), Cuadro 16.

**Notas:**

Proporción de población rural: la población rural dividida por la población total.

Proporción de empleo en agricultura: la población económicamente activa en agricultura dividida por la población económicamente activa total.

y 17%, respectivamente. En El Salvador y República Dominicana hubo disminuciones en la participación del PIB agropecuario en el período 1980-1995, hasta niveles de 14% y 15%, respectivamente. Aunque el sector agropecuario de El Salvador creció rápidamente durante el período 1991-1995, todavía no se recupera de la disminución que sufrió en los años ochentas (Figura 2.2).

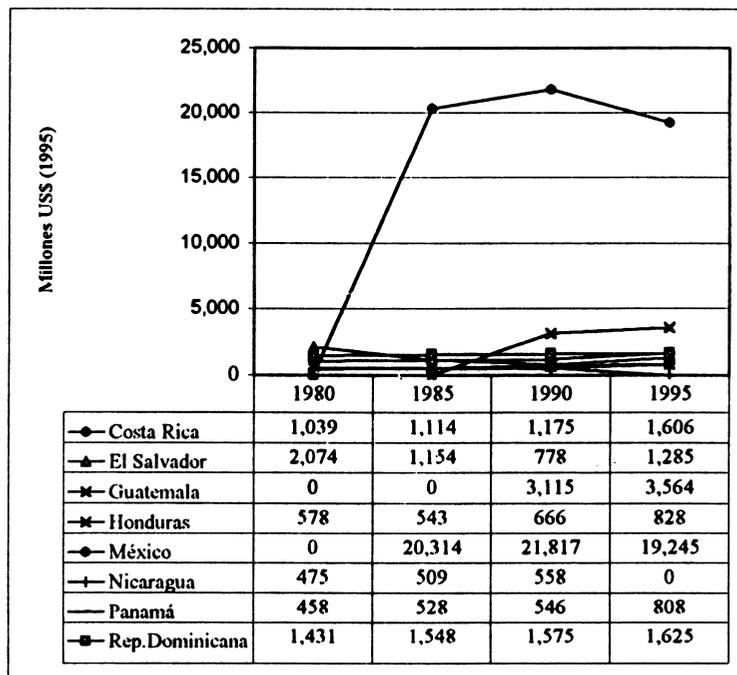


Figura 2.2. PIB agrícola.  
Fuente: Banco Mundial 1997.

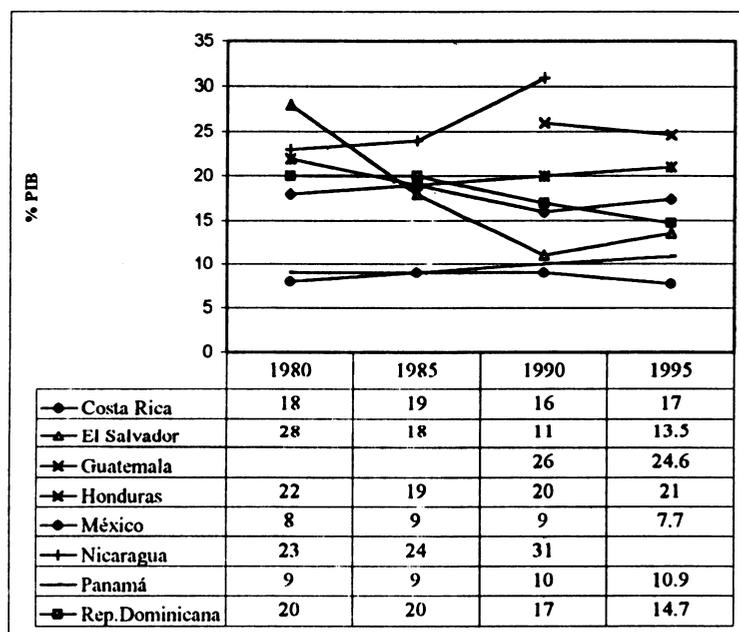


Figura 2.3. Importancia Relativa del Sector Agropecuario.  
Fuente: FAO.

Las tasas de crecimiento de la población de Mesoamérica han continuado disminuyendo y para el período 1991-1995 habían disminuido a 2.11% anual (Cuadro 2.1). Proyecciones para el período 1995-2000 estiman una tasa aún menor, de 1.90% anual, en comparación con las proyecciones para ALC (1.5% anual.) y el mundo (1.4% anual). Durante el período 1991-1995, Panamá y México mostraron las tasas de crecimiento más bajas (1.70% y 1.92% anual, respectivamente). Nicaragua (3.13% anual) y Honduras (3.02% anual) presentaron las tasas más altas. El Salvador es el único país en que la tasa se mantuvo en aumento hasta 1995. Por otra parte, ha habido una disminución continua en la proporción de la población rural respecto a la población total, aunque las tasas netas de migración varían significativamente entre países (Cuadro 2.1). En República Dominicana y México esas tasas de reducción de la proporción de la población rural son persistentes (-2.21% y -2.15% anual en 1995). No sorprende que México sea el país más urbanizado (75% de la población total en 1995). El Salvador y Guatemala, los países más rurales, alcanzaron niveles de 45% y 41% de la población total en áreas urbanas en el mismo año. Con excepción de México y la República Dominicana, durante los últimos quince años las poblaciones rurales de Mesoamérica han crecido ligeramente en términos absolutos (Figura 2.4).

La proporción de la población económicamente activa que trabaja en el sector agropecuario sigue disminuyendo en Mesoamérica, a un ritmo dramático en el caso de Honduras y, más recientemente, también en Nicaragua y la República Dominicana (Cuadro 2.1). En términos absolutos, la población económicamente activa ha mostrado una leve tendencia creciente en casi todos los países (Figura 2.5).

Con excepción de Costa Rica y México, todos los demás países han retrocedido durante el período 1990-1995 en la producción de alimentos per cápita (Cuadro 2.1 y Figura 2.6), en particular en Honduras, Panamá y El Salvador (Cuadro 2.1). Costa Rica fue el único país que tuvo un aumento significativo en la producción de alimentos per cápita entre 1990 y 1995.

Costa Rica, Guatemala y México han progresado en términos generales, durante el período 1980-1995, en la producción de alimentos. En los demás países existe una tendencia a declinar.

En ese contexto, el crecimiento poblacional y urbanizacional de Mesoamérica implica una demanda creciente de nuevas tecnologías agropecuarias, tanto para satisfacer la demanda de alimentos de la población, como también para mejorar la competitividad de los productores comerciales y de los campesinos mesoamericanos en una era de liberalización creciente de los mercados dentro y fuera de la subregión.

## **2.2. Investigación Agropecuaria en Mesoamérica**

La capacidad de los países de Mesoamérica para generar nuevas tecnologías o adaptar tecnologías existentes depende en gran parte de las entidades públicas de la investigación, principalmente de los INIAs, con la colaboración estrecha de las universidades. Para algunos productos existen entidades de investigación semipúblicas o privadas, tales como la Liga de la Caña y el Instituto del Café (ICAFE) en Costa Rica.

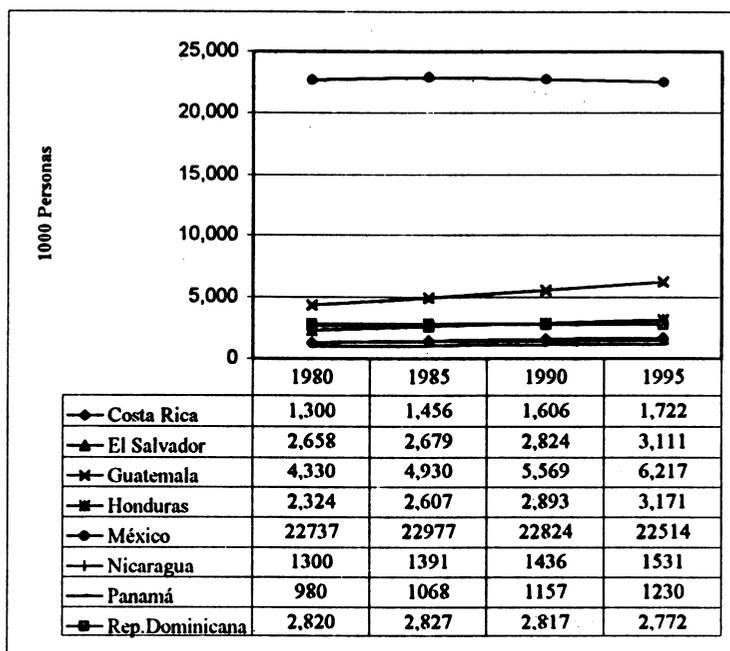


Figura 2.4. Población Rural.

Fuente: FAO.

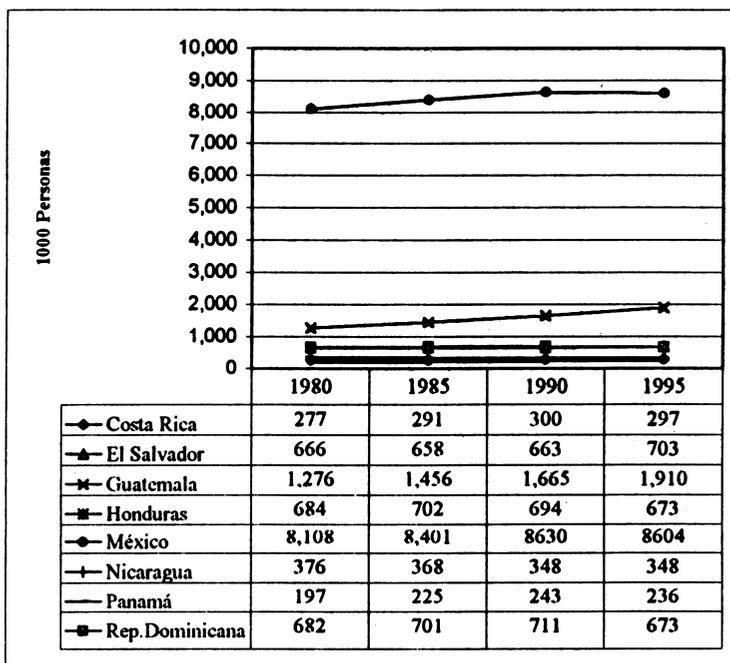


Figura 2.5. Población Económicamente Activa en el Sector Agropecuario.

Fuente: Banco Mundial. 1997.

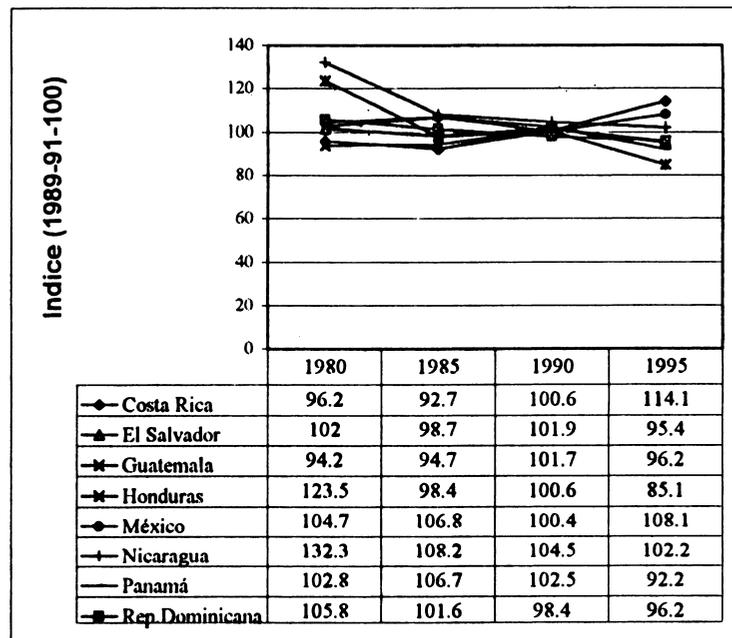


Figura 2.6. Producción de Alimentos per Cápita.

Fuente: FAO.

El Cuadro 2.2 presenta un resumen de los recursos financieros y humanos destinados a los INIAs de algunos de los países de Mesoamérica durante el período 1972-1992 (Cremers y Roseboom 1997). Un punto que surge directamente de esta información es la gran variabilidad presupuestal –una gran restricción para los procesos de largo plazo que caracterizan la investigación agropecuaria. Las fluctuaciones han sido bastante amplias, y dadas estas variaciones es muy difícil percibir tendencias, aunque parece que el presupuesto de Panamá se estabilizó, entre 1990 y 1992, en términos reales.

Para los recursos humanos los datos son más consistentes. En Guatemala, México y Panamá, a pesar de las fluctuaciones presupuestarias, hay un patrón de largo plazo de crecimiento en el número de investigadores. Mientras que en México y Panamá el presupuesto no aumentó en términos reales, entre 1982-1987, el número de investigadores aumentó. Sin embargo, en Guatemala en ese mismo período, el presupuesto aumentó, pero el de investigadores disminuyó. Como resultado, en 1987 Guatemala tuvo la proporción de gastos por investigador más alta de estos tres países. El Cuadro 2.2 no revela los cambios institucionales que se están dando en la subregión, como por ejemplo la fusión de tres instituciones en el INIFAP de México en 1985 (Fernández-Cornejo y Shumway 1997) y la reorganización del IDIAP en Panamá. En parte estos cambios institucionales buscan formas sostenibles para financiar investigación y para mejorar su eficiencia. Un apoyo para alcanzar estas metas es tener las herramientas para evaluar, de antemano, las consecuencias potenciales de la inversión en investigación a nivel nacional y, de importancia creciente, con respecto a temas de investigación de interés común para varios países. Este es precisamente el tema central de este estudio.

**Cuadro 2.2. Gastos y Personal de Investigación en el Sector Agropecuario.**

Año	Guatemala ICTA	México INIFAP	Panamá IDIAP
<b>Gastos en investigación agropecuaria - (millones de 1985 PPP\$)</b>			
1972	4.85	50.48	1.26
1977	9.20	134.49	2.61
1982	8.57	228.86	8.17
1987	11.53	140.51	8.17
1992	8.53	n.d.	7.52
<b>Personal de investigación - (ETC)</b>			
1972	50	811	20
1977	103	995	33
1982	157	1900	122
1987	97	2123	131
1992	164	n.d.	124
<b>Gastos por personal de investigación - (millones de 1985 PPP\$ por ETC)</b>			
1972	0.097	0.062	0.065
1977	0.089	0.135	0.079
1982	0.054	0.120	0.067
1987	0.119	0.066	0.062
1992	0.052	n.d.	0.061

Fuente: Cremers y Roseboom 1997.

n.d.: No disponible.

ETC: Equivalente de tiempo completo

Además de la volatilidad y del patrón generalmente decreciente de los fondos para la investigación en los últimos 15 años en ALC (Alston, Pardey y Roseboom 1997), otras tendencias han desafiado también a los administradores de la investigación. La mayoría de estos desafíos se refleja en la reestructuración actual de los gobiernos -el principal aporte de la investigación agrícola pública. Estos cambios pueden sintetizarse en:

- Demandas para que la investigación agrícola se dirija a un rango más amplio de los objetivos del desarrollo nacional y subnacional: alivio de la pobreza, sostenibilidad medioambiental y mejoramiento de la igualdad en asuntos de género y poblaciones indígenas, por ejemplo.

- Presión para lograr que los procesos de investigación sean más participativos y fiables a los financiadores.
- Mayores demandas de evaluaciones estructuradas y altamente cuantitativas del impacto social de la inversión en IyD agrícola. Tales solicitudes de mayor responsabilidad en el uso de fondos son evidentes, no sólo en el uso de fondos públicos, sino también que cada vez más es un requisito cuando se buscan fondos competitivos de fuentes nacionales e internacionales.

No son solamente los INIAs los que encaran estos desafíos. El sistema de investigación agrícola internacional y subregional, representado por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) en Mesoamérica, y por el Centro Internacional de la Papa (CIP) a mayor distancia, están haciendo frente a dificultades financieras y a ajustes institucionales. La misma situación aplica a otros centros subregionales de investigación, como el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

Existe una predisposición, tanto en los centros de investigación nacionales como internacionales, para explorar opciones para el financiamiento o la ejecución conjunta de la investigación, con el propósito de ganar a partir de las ventajas comparativas o de los beneficios derivados de las economías de ámbito (*scope*) y de escala.

### **2.3. Evaluación de los Impactos de la Investigación y la Identificación de Prioridades**

Las condiciones de investigación anteriormente descritas exigen, no sólo que la planeación, programación y ejecución de la investigación en los INIAs utilice en forma eficiente los recursos, sino que también demuestre que la magnitud y la distribución de los beneficios sociales de la inversión en investigación pasada (*ex post*) o futura (*ex ante*) satisfagan los objetivos institucionales de cada INIA. Este estudio pretende contribuir en este aspecto en el caso de la investigación multinacional.

### 3. SELECCION DE TEMAS SUBREGIONALES DE INTERES COMUN

La reunión inicial del Proyecto IBP-2 en Mesoamérica consistió en un primer taller celebrado en agosto de 1996 con directivos y técnicos de las principales instituciones de investigación pública agropecuaria de Mesoamérica (Medina Castro 1996). En el taller se elaboró el plan de trabajo del Proyecto para Mesoamérica y se seleccionaron temas de investigación subregional de interés común. Adicionalmente, se formó un equipo de trabajo con un profesional de cada una de las instituciones participantes, con el propósito de capacitarse en la metodología empleada y participar en la evaluación económica de los temas seleccionados. A este equipo se le denominó "Equipo Técnico de Prioridades" (ETP).

A cada institución se le invitó a proponer temas de investigación agropecuaria que estuvieran dispuestas a compartir con instituciones de investigación de otros países de Mesoamérica, con el propósito de que, a partir de los temas propuestos, se determinara, por consenso, una lista resumida de temas comunes de investigación subregional para realizar una evaluación *ex-ante* de los beneficios económicos que potencialmente generarían (ver Anexo 1).

Las instituciones participantes propusieron 124 temas de investigación agropecuaria. Los temas presentados correspondieron: 18 a la DIA del MAG de Costa Rica, 34 al CENTA de El Salvador, 16 al ICTA de Guatemala, 4 al DICTA de Honduras, 10 al INIFAP de México, 13 al INTA de Nicaragua, 12 al IDIAP de Panamá, y 17 al FDA de República Dominicana.

Con la información presentada por las instituciones se elaboró, durante el primer día del Taller, un resumen consolidado de todos los temas de investigación, con el fin de que, al iniciarse la sesión destinada a identificar temas comunes, cada una de las instituciones participantes conociera los temas propuestos por las demás.

En una segunda sesión, cada institución realizó una presentación de los temas de investigación que sometía para ser considerados en el ejercicio de evaluación *ex-ante* en el orden subregional.

Durante una tercera sesión se presentó, a manera de ejemplo, uno de los cuestionarios que se había empleado en la Subregión Andina para levantar información técnica sobre los temas comunes de investigación. Esa presentación permitió a los participantes contar con una primera aproximación del tipo de información por recolectar, y comprender la magnitud del trabajo requerido con ese fin.

Para la cuarta sesión, cada institución redefinió individualmente sus temas (ya con una perspectiva subregional más que nacional) y, al mismo tiempo, se eliminaron temas que no fueran de interés por lo menos para dos países. Seguidamente se elaboró, con la participación de todos los asistentes, una tabla consolidada de temas de interés común. Ese proceso redujo el número de temas de 124 a 40.

Las instituciones de Centroamérica, con excepción del CENTA de El Salvador, basaron sus temas en un proceso que habían elaborado para levantar un inventario tecnológico en Centroamérica, en el contexto del proyecto del IICA "Apoyo a la Integración Tecnológica Agropecuaria de Centroamérica". Esa experiencia previa permitió lograr rápidamente un consenso sobre los temas de las instituciones de Centroamérica propuestos en el orden subregional. Los representantes de México y República Dominicana estuvieron dispuestos a compatibilizar sus temas con los propuestos por las instituciones de Centroamérica, lo que facilitó y aceleró el proceso de llegar a un consenso sobre temas comunes de investigación en Mesoamérica.

Una vez acordada esa consolidación inicial de los intereses de los países, los participantes, por consenso, acordaron eliminar todos aquellos que no fueran de interés por lo menos para seis países. Esta decisión redujo el número de temas a once.

El siguiente paso consistió en analizar la factibilidad de la aplicación de la metodología propuesta. Este análisis se basó en la factibilidad de conseguir información biofísica y económica de las principales variables que utiliza el modelo asociado a la metodología que se aplicaría. Este proceso redujo los temas comunes a los nueve que se presentan en el Cuadro 3.1.

Finalmente, se realizó una última revisión a los nueve temas seleccionados, con el fin de que cada institución decidiera los temas en los que se comprometía a recolectar información. El resultado se muestra en el Cuadro 3.1. El proceso y la información empleada para elegir estos nueve temas se muestran en el Anexo 1. En el Anexo 2, se describen diagnósticos de algunos productos y tecnologías de países de Mesoamérica.

Durante y después del taller se desarrollaron los cuestionarios para recolectar la información técnica de los temas elegidos (ver Anexo 3), con base en los cuestionarios desarrollados en el proyecto para los países andinos. La información más detallada de los temas elegidos y tecnologías asociadas se muestra en los cuadros 3.2 – 3.9.

**Cuadro 3.1. Temas de Investigación Subregional de Interés Común.**

Temas	PAISES							
	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	México	Nicaragua	Panamá	Rep. Dominicana
Mejoramiento genético								
Frijol								
Tomate								
Papa								
Maíz								
Arroz								
Pastos y forrajes (herbáceas)								
Doble propósito (leche o carne)								
Manejo integrado de plagas								
Papa								
Tomate								
Cría-mejoramiento reproductivo								
Carne bovina								

= El país recolectará información

Fuente: Elaborado por los autores, con base en la información del Anexo 1.

Cuadro 3.2. Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Arroz.

REGIONES	(TECNOLOGIAS) (VARIIDADES)
<b>COSTA RICA</b>	
Parrita	Resistencia a la Pyricularia,
Palmar Sur	Hoja Blanca, Calidad Molinera.
Upala- Los Chiles	
Cañas-Liberia	
<b>EL SALVADOR</b>	
Bosque húmedo subtropical	Tolerantes a enfermedades
caliente. Todo el país	y buen tipo agronómico.
<b>GUATEMALA</b>	
Trópico Húmedo	Resistencia a la Pyricularia.
	Grano de buena calidad industrial.
	(Arroz tecnificado)
<b>HONDURAS</b>	
Zona arrocerá	Resistencia a la Pyricularia.
<b>MEXICO</b>	
Morelos	Obtención de híbridos de arroz.
<b>NICARAGUA</b>	
Chinandega	Tolerante a enfermedades
Malcatoya	fungosas.
<b>PANAMA</b>	
Nivel nacional	Resistencia estable a la Pyricularia.
<b>REPUBLICA DOMINICANA</b>	
Cibao Central	Purificación de dos variedades de arroz.
Línea Noroeste	

Cuadro 3.3. Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Maíz.

REGIONES	(TECNOLOGIAS) (VARIIDADES)
<b>COSTA RICA</b>	
Upala- Los Chiles-Quatuso	Baja utilización de insumos e híbridos de alta productividad.
Guápiles-Guácimo	
Laurel-Pejibaye	
Cañas-Liberia-Santa Cruz	
<b>EL SALVADOR</b>	
CDT Izalco	Tolerante a la humedad limitada.
CDT San Andrés	
CDT S: C: Porrillo	
CDT Morazán	
<b>GUATEMALA</b>	
Humedad limitada	Mejoramiento y mantenimiento de variedades de
Tropico bajo	polinización libre para diferentes zonas agroecológicas.
Altiplano medio	
Altiplano occidental	
<b>HONDURAS</b>	
Olancho	Formación de híbridos simples blanco y amarillo de alto
El Paraíso	rendimiento agronómico.
Cortés	
Yoro	
<b>MEXICO</b>	
Chapingo	Tres híbridos experimentales para regiones de valles altos
Tlaxcala	(2100-2500 msnm) y (1800-2100 msnm).
Mixquiahuala	
<b>NICARAGUA</b>	
Matagalpa	Resistentes a pudrición de mazorca.
Jinotega	Tolerantes a sequía.
Sebaco-Darió	Tolerantes a sequía.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos provistos por los miembros del ETP de Mesoamérica (Proyecto IBP-2).

**Cuadro 3.4. Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Frijol.**

REGIONES	(TECNOLOGIAS) (VARIIDADES)
<b>COSTA RICA</b>	
Upala- Los Chiles	Resistentes a antracnosis y buena adaptación a la región.
Pejibaye- Pérez Zeledón	
<b>EL SALVADOR</b>	
Z.A.E 5	Resistentes a altas temperaturas
Z.A.E 6	
<b>GUATEMALA</b>	
Chimaltemango	Limitantes bióticos, precocidad aceptable.
<b>HONDURAS</b>	
País	
<b>MEXICO</b>	
Puebla	Resistentes a múltiples enfermedades endémicas.
Zacatecas	
<b>NICARAGUA</b>	
La Compañía	Varietas resistente a muestia hilachosa, antracnosis y
San Dionisio	mancha angular.

**Cuadro 3.5. Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Papa.**

REGIONES	TECNOLOGIAS
<b>COSTA RICA</b>	
Tierra Blanca-Pacayas-San Juan	Introducción y selección de germoplasma de papa con características aptas para consumo fresco o industrial.
Zarcero	
<b>NICARAGUA</b>	
Miraflores, Estelí	Evaluación de clones de papa tolerante a tizón tardío (TT).
El Tisuy, NI-Resto	Evaluación de progenies de semilla sexual de papa (SSP).
<b>PANAMA</b>	
ZAES 1	Evaluación, selección y liberación de genotipos de papa con resistencia al tizón tardío.

Fuente: Elaborados por los autores con base en los datos provistos por los miembros del ETP de Mesoamérica (Proyecto IBP-2).

**Cuadro 3.6. Mesoamérica: Tecnologías para el Manejo Integrado de Plagas de Papa.**

REGIONES	(TECNOLOGIAS) (VARIIDADES)
<b>COSTA RICA</b> Tierra Blanca-Pacayas-San Juan Zarcero	Generación de tecnología en manejo integrado de plagas.
<b>EL SALVADOR</b> Las Pilas Zapotitán	Paquete para dos zonas agroecológicas..
<b>NICARAGUA</b> Miraflores El Tiesy	Manejo de tizón tardío con líneas tolerantes de papa.
<b>GUATEMALA</b> San Marcos Quetzaltenango	Reducción del uso de pesticidas.
<b>PANAMIA</b> Cerro Punta Boquete	Manejo integrado de cuatro plagas claves (tizón tardío, polillas de papa, mosca minadora y nemátodo de quiste).

**Cuadro 3.7. Mesoamérica: Tecnologías para el Mejoramiento Genético de Tomate.**

REGIONES	(TECNOLOGIAS) (VARIIDADES)
<b>COSTA RICA</b> Oreca-Sarchi Valle de Oroqui Sta. Cruz de Turrialba	Generación de líneas tolerantes a enfermedades.
<b>EL SALVADOR</b> Chatenango Zapotitán	Selección de variedades.
<b>NICARAGUA</b> S.J. Las Lajas Sébaco, Matagalpa	Tomate de mesa con alta calidad.

Fuente: Elaborados por los autores con base en los datos provistos por los miembros del ETP de Mesoamérica (Proyecto IBP-2).

**Cuadro 3.8. Mesoamérica: Tecnologías para el Manejo Integrado de Plagas de Tomate.**

REGIONES	TECNOLOGIAS
<b>COSTA RICA</b>	
Grecia-Sarchi-Tacares Valle de Orosi-Ujarrás	Generación de tecnología en manejo integrado de plagas.
<b>MEXICO</b>	
Morelos O-I	Control de la enfermedad "chimo de tomate".
<b>NICARAGUA</b>	
Sébaco, Matagalpa Tisma	Manejo integrado de tizón en tomate.

**Cuadro 3.9. Mesoamérica: Tecnologías para Pastos y Forrajes (Leche).**

REGIONES	TECNOLOGIAS
<b>COSTA RICA</b>	
Miramar-Chomes-Esparza Santa Clara - La Vega	Asociación de gramíneas y leguminosas.
<b>GUATEMALA</b>	
Jutiapa Quesada Jalpatagua Montúfar Nueva Concepción Amita	Asociación de pastos con árboles y arbustos.
<b>EL SALVADOR</b>	
Sonsonate Nueva Concepción Gotera	Asociación de gramíneas y leguminosas.

**Fuente:** Elaborados por los autores con base en los datos provistos por los miembros del ETP de Mesoamérica (Proyecto IBP-2).

#### **4. METODOLOGIA ECONOMICO-ECOLOGICA PARA EVALUAR TEMAS DE INVESTIGACION**

En este capítulo se discute la base conceptual de la metodología empleada en Mesoamérica. En los siguientes capítulos se detalla su aplicación (una breve reseña de la misma se presenta en Medina Castro y Wood 1998). El marco metodológico en el que se llevó a cabo el estudio se describe en la Figura 4.1.

La metodología está soportada por el *software DREAM* (Wood y Baitx 1998) y consiste en un enfoque ecológico-económico, porque intenta enfatizar tanto las dimensiones biofísicas como socioeconómicas del contexto para evaluar la investigación. Los elementos claves de la metodología son los siguientes:

1. Definición de temas específicos de investigación y sondeo de los parámetros de investigación y transferencia de tecnología.
2. Definición de las zonas agroecológicas (ZAEs) específicas o *blancos biofísicos* de la investigación. Se trata de la definición de las áreas geográficas en las que se espera que los impactos de la tecnología nueva sean relativamente homogéneos.
3. Análisis económico *ex ante*. Se refiere a un marco de evaluación económica que incorpora áreas geográficas y grupos socioeconómicos múltiples, desde la perspectiva de los productores y consumidores, y que permite expresar las diferencias entre las regiones en términos de precios, políticas y su capacidad de respuesta a los cambios de los precios. Por otra parte, el método puede ayudar a rastrear el impacto probable del desarrollo tecnológico en el mercado de los productos, como también la transferencia de tecnología entre las regiones.
4. Definición de los escenarios que constituyen el contexto general político y socioeconómico para las evaluaciones.
5. Uso de los sistemas de información geográfica (SIG), a fin de integrar la información con diferentes configuraciones espaciales, como por ejemplo la sobreposición de datos geopolíticos con datos biofísicos.

Este capítulo describe:

- La importancia de definir ZAEs específicas.
- El marco de evaluación económica.
- El diseño de escenarios para el análisis.

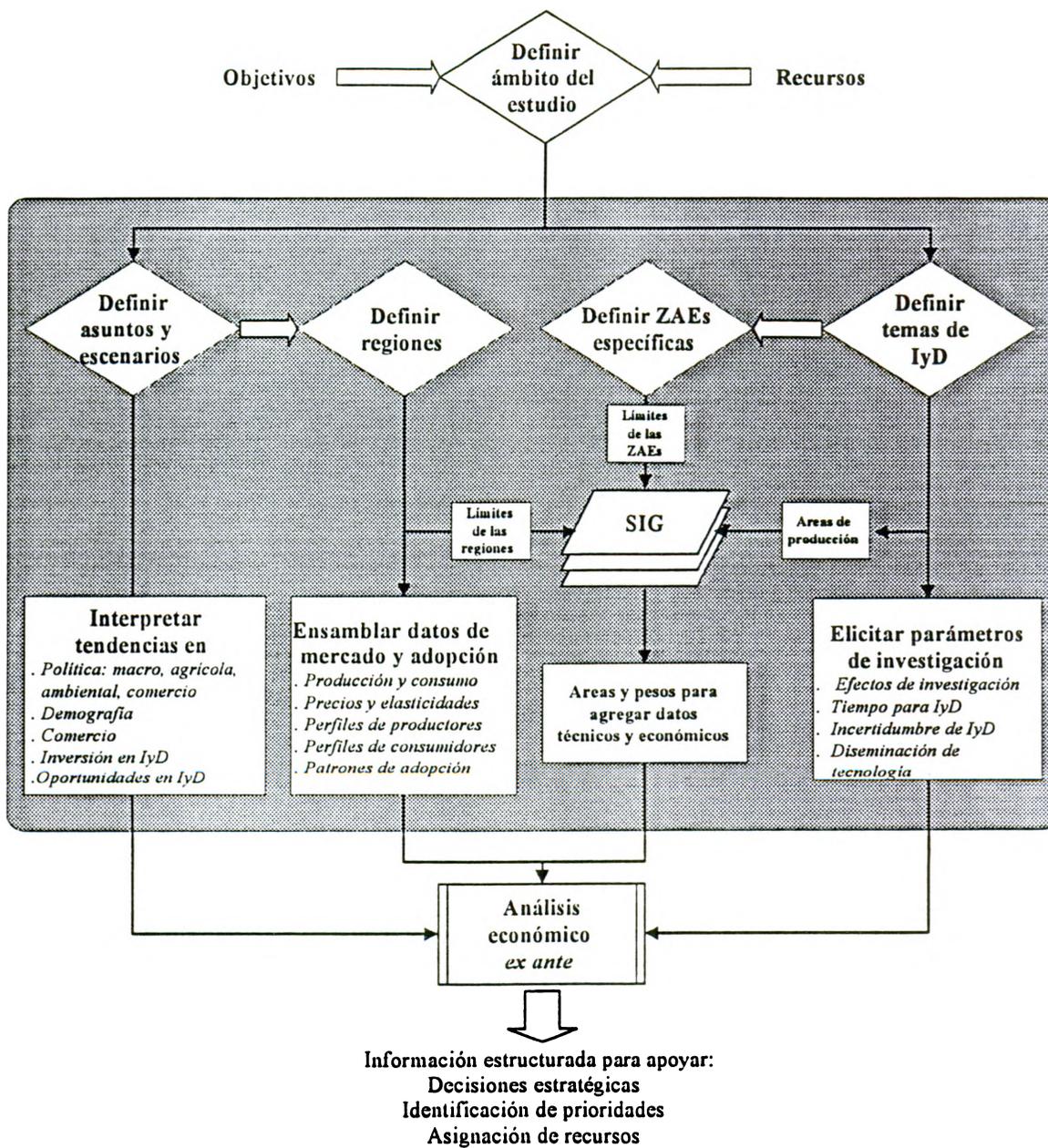


Figura 4.1. La Generación de Información para la Evaluación Estratégica de la IyD Agropecuaria.

Fuente: Equipo Regional IFPRI/CIAT – Proyecto IICA/BID IBP-2.

#### 4.1. Zonas Agroecológicas para Tecnologías Específicas

Los impactos potenciales de las tecnologías nuevas agrícolas están ligadas a la geografía de la adaptabilidad ecológica de los sistemas agrícolas y pecuarios. Entre los amplios márgenes de adaptabilidad, la investigación puede explotar las oportunidades de producción y sobrepasar las restricciones asociadas con condiciones biofísicas más específicas - algunas *abióticas*, tales como los problemas de laderas, sequía, acidez del suelo y congelamiento, y otras *bióticas*, como las relacionadas con la incidencia de plagas y enfermedades. El concepto generalizado es que la investigación agropecuaria genera nuevas tecnologías y prácticas que tienen un contexto agroecológico específico en el que se espera que sean rentables.

La relevancia de la ecología en la producción agropecuaria es en la actualidad ampliamente reconocida y la mayoría de los países de ALC ha establecido alguna forma de zonificación agroecológica.

En el ámbito regional ha habido varios intentos para proporcionar un esquema normalizado de zonificación, quizás los más conocidos sean los de Holdridge (1978) y de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (1981). El sistema de Holdridge de zonas de vida, mostrado en la Figura 4.2, se basa en la precipitación pluvial anual promedio, la temperatura y la evaporación (o *proxies*, tales como la elevación) y parece ser aceptado y utilizado ampliamente por los científicos de la subregión. El sistema de la FAO se basa en la combinación de un clima dominante ("*major climate*" - definido por el promedio y rangos de temperatura anual) y el período de crecimiento vegetativo ("*length of growing period*" - a partir de la disponibilidad de agua en el suelo usando los datos de la precipitación mensual y la evaporación, y la capacidad de campo del suelo). El sistema de la FAO es usado todavía por varias agencias internacionales. Una agregación de las ZAEs originales de la FAO en nueve zonas agroecológicas regionales es utilizada por el Comité Técnico Asesor (TAC) del Grupo Consultivo en Investigación Agrícola Internacional (GICIAI) para planear e implementar sus iniciativas de investigación "ecorregional". Los esquemas de Holdridge y de la FAO tienen la ventaja de cubrir completa y consecuentemente toda la región de Mesoamérica. Sin embargo, son bastante agregados y es difícil establecer una relación satisfactoria entre la especificidad espacial de la tecnología nueva y las zonas demarcadas en estos mapas.

En reconocimiento de estos y otros problemas en el uso de ZAEs agregadas fijas como una base para la evaluación de la investigación agropecuaria, Wood y Pardey (1997) describen un nuevo enfoque de zonas específicas para IyD. La zonificación agroecológica específica para IyD se puede aplicar a cualquier escala usando varios métodos para definir límites. Para propósitos de evaluación este enfoque se basa en la siguiente definición de una ZAE:

*Es un área geográfica en la que los impactos potenciales de una tecnología nueva en la productividad y los recursos naturales son probablemente homogéneos.*

La mayor implicación de esta definición es que ningún esquema de zonificación por sí solo puede aplicarse a todo el enorme rango de nuevas tecnologías que la investigación pueda generar. Los criterios para delimitar ZAEs específicas para IyD están determinados por la naturaleza intrínseca de la nueva tecnología y por el enfoque institucional del análisis (por ejemplo, para un pro-

grama nacional, centro de investigación o proyecto). Para algunas líneas de investigación, las tecnologías o prácticas generadas pueden tener una aplicabilidad agroecológica muy amplia (por ejemplo, almacenamiento y procesamiento post cosecha). Otras solamente pueden ser aplicables a dominios agroecológicos muy específicos, (por ejemplo, a nuevas prácticas de cultivos para laderas ácidas húmedas).

El enfoque de la zonificación agroecológica para investigación agropecuaria se operacionaliza con un SIG. Un SIG soporta bases de datos digitales referenciados específicamente; los datos biofísicos pueden ser manejados en temas separados no clasificados (usualmente en formato de imagen raster<sup>1</sup>). Cuando se evalúa una nueva tecnología o grupo de tecnologías, se puede crear un mapa de ZAEs específicas para IyD, al grado de precisión requerida, usando sólo los temas biofísicos más relevantes y los rangos de valor crítico dentro de aquellos temas<sup>2</sup>. En el ejemplo dado anteriormente se podrían combinar datos a partir de temas como la lluvia, pendiente y pH del suelo, con el propósito de definir la magnitud espacial y la variación de los impactos potenciales de las tecnologías nuevas para laderas ácidas húmedas. Las figuras 4.3 a 4.5 muestran algunos ejemplos temáticos del SIG para Mesoamérica. Las versiones mostradas en los mapas son clasificadas, pero los datos subyacentes no son clasificados (los mapas no están relacionados con ninguna tecnología). El concepto de ZAE específica necesita que los datos básicos puedan ser reclasificados para corresponder especialmente con la tecnología analizada.

Las ZAEs específicas para IyD no siempre corresponden espacialmente a las áreas de producción actuales. La localización real de la producción es una parte crítica de la información, pero separada. En algunos casos las ZAEs específicas para IyD pueden tener una cobertura mayor que las zonas de producción actuales, ya que algunos factores de demografía, política, mercadeo, infraestructura, técnicos o sociales restringen la aplicación de la tecnología, a pesar de su adaptabilidad biofísica. En otros casos, la tecnología nueva podría estar diseñada para “abrir” nuevas áreas a la producción específicas (por ejemplo, nuevas variedades de soya para climas tropicales). Existen otros casos donde una proporción significativa de la producción puede ocurrir *afuera* de los límites de los ámbitos de la ZAE específica para IyD. Esto es precisamente porque las tecnologías nuevas se destinan en realidad a operar en condiciones biofísicas diferentes a las originalmente diseñadas. Frecuentemente, vale la pena transferir tecnologías a lugares diferentes de aquellos para las que fueron creadas (o dirigidas). En tales casos los ajustes se deben hacer para reflejar los cambios en la efectividad de la tecnología como una función de la *distancia agroecológica* entre las ZAEs, en las cuales se podría aplicar una tecnología dada (Pardey y Wood 1992).

La Figura 4.1. (y posteriormente la Figura 5.1.) indica cómo las ZAEs proveen la *interfase* en el diálogo con los científicos para la obtención de datos técnicos relacionados con la generación y la aplicación de la tecnología. La similitud entre las zonas y los dominios de investigación incrementa la capacidad de los científicos para suministrar información más precisa sobre los impactos esperados de la nueva tecnología.

---

1 Basado en cuadrículas, como por ejemplo IDRISI y ERDAS.

2 Aunque el grado de precisión puede estar limitado por el conocimiento o la calidad de las bases de datos biofísicos subyacentes.

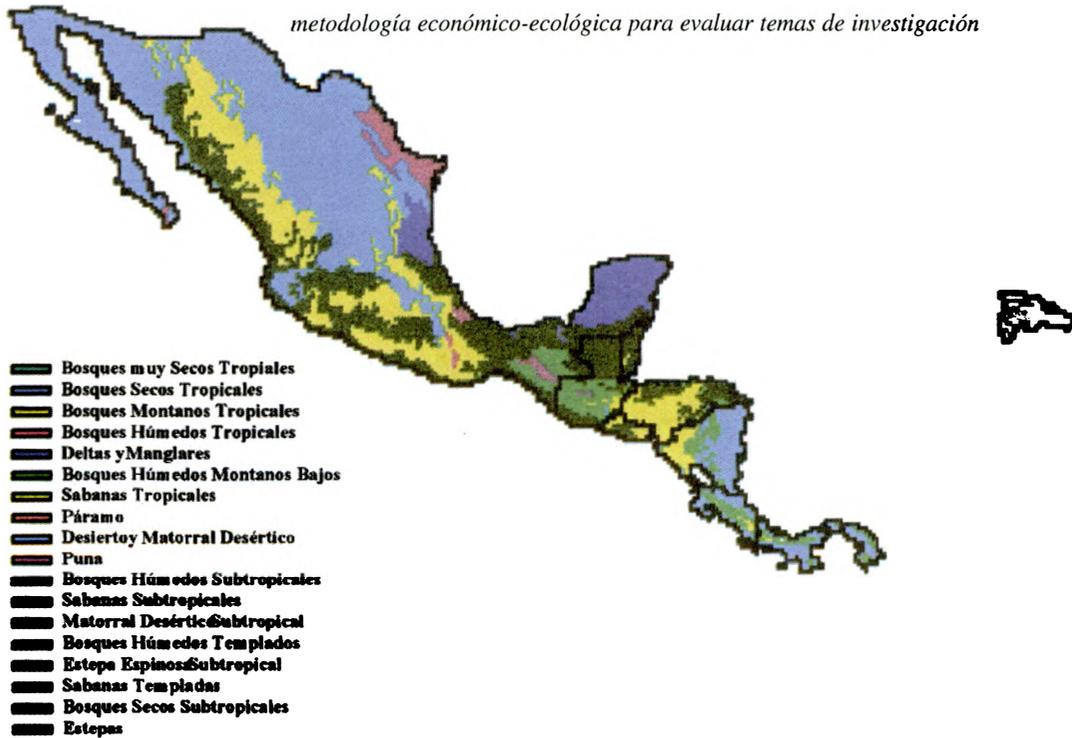


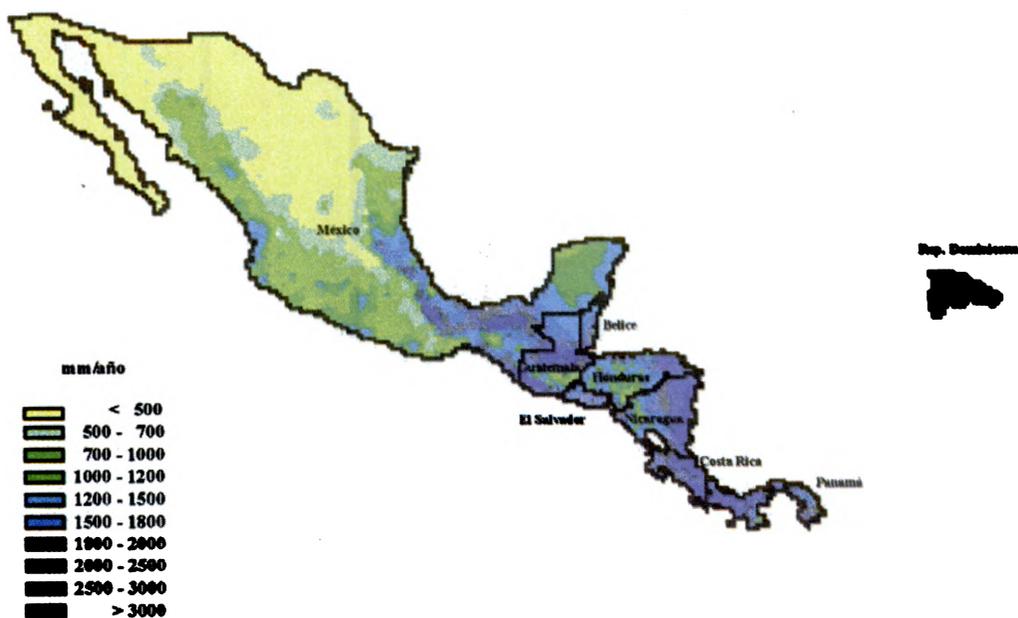
Figura 4.2. Zonas de Vida Holdridge en Mesoamérica.

Fuente: M. Winograd GASE. 1995.



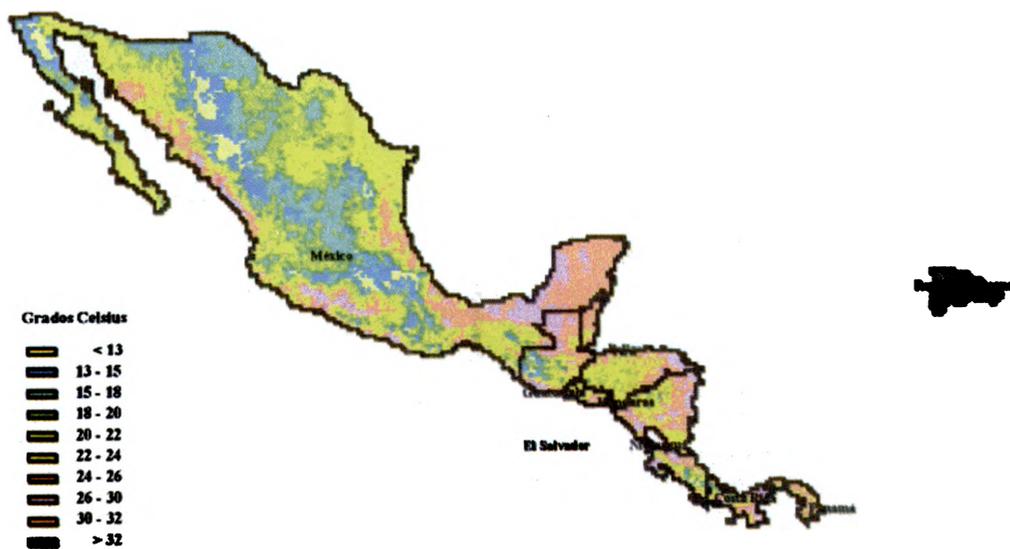
Figura 4.3. Elevación de Mesoamérica.

Fuente: NGGD - UNEP 1993.



**Figura 4.4. Precipitación Total Anual en Mesoamérica.**

**Fuente:** CIAT 1993.



**Figura 4.5. Temperatura Media Anual en Mesoamérica.**

**Fuente:** CIAT 1993.

El uso del enfoque descrito aquí puede ayudar a mejorar significativamente la calidad de la información para la evaluación *ex ante* de la IyD agropecuaria. Estos beneficios analíticos serán particularmente importantes cuando se ponga mayor énfasis en la estimación del impacto económico de la tecnología sobre los recursos naturales, ya que las ZAEs, como se definen aquí, proporcionarán una base espacial más precisa para recoger la información técnica.

## 4.2. Conceptualización del Cambio Tecnológico

En el análisis del cambio tecnológico se tienen en cuenta los dos aspectos siguientes:

- El marco económico básico conceptualiza *cómo las tecnologías nuevas impactan en el mercado del producto (asumiendo que se adoptan las tecnologías)*. Este marco considera dos situaciones. La primera es la situación de equilibrio inicial del mercado (sin tecnología nueva) y, posteriormente, en la segunda, se comparan dos nuevos equilibrios potenciales en el mercado *sin* y *con* la tecnología nueva –implícitamente después de un tiempo de desarrollo, liberación y adopción.
- *La dinámica del impacto de la tecnología nueva en el transcurso del tiempo*. La evaluación incluye los años requeridos para la investigación, la liberación de la tecnología nueva, el período de adopción (hasta alcanzar un techo máximo de adopción). La metodología admite también la posibilidad de incluir una etapa de desadopción de la tecnología.

### 4.2.1. Modelo básico

El modelo básico para la evaluación de la IyD para un rubro (modelo de excedentes económicos) se muestra en la Figura 4.6. En este enfoque se consideran sólo dos tipos de agentes: consumidores y productores. Inicialmente, se parte de una situación de equilibrio en el mercado del producto en cuestión, donde se produce y consume una cantidad  $Q_0$  a un precio  $P_0$ . El *excedente del consumidor* se representa por el área  $p_0ab$ , debajo de la curva de demanda,  $D$ , y arriba del precio  $p_0$ . El *excedente del productor* se representa por el área  $p_0bg_0$  arriba de la curva de oferta,  $S_0$ , y debajo del precio  $p_0$ . Los cambios en estas áreas representan ganancias (o pérdidas) de consumidores y/o productores como consecuencia del desplazamiento de las curvas de oferta y/o demanda.

Como se muestra en la Figura 4.6, al adoptarse una tecnología nueva que ahorra insumos y/o aumenta el rendimiento, se reduce el costo unitario por una magnitud  $K^3$ . Como resultado, la curva de oferta,  $S_0$ , se desplaza verticalmente esa magnitud hasta la nueva curva  $S_1$  (que refleja las condiciones de producción cuando la tecnología nueva ha sido adoptada plenamente). Así se establece un nuevo equilibrio, donde se produce y consume una mayor cantidad,  $Q_1$ , a un precio menor  $P_1$ .

3 Más precisamente,  $K$  representa el valor esperado de la reducción del costo unitario de producción  $E(K)$ . Consta del valor potencial de la reducción del costo (si la investigación alcanza sus metas ( $K^{pot}$ )) y de la probabilidad de ser exitosa ( $p$ ).  $K = E(K) = K^{pot} \cdot p$



El conocimiento de los factores agroecológicos que definen las respuestas biofísicas a una tecnología nueva mejorarán substancialmente la estimación de  $K$ , sea una nueva variedad de semilla o una nueva práctica en el manejo de la cosecha. La clave es identificar los límites biofísicos de las ZAEs que presentan áreas con posibilidad de respuestas uniformes a la IyD. En consecuencia, se busca información sobre los efectos esperados de la investigación (el  $K$ ) en cada ZAE. La utilización de un valor ponderado total de los  $K$ s de cada zona, construido con base en las proporciones de la producción como pesos en la agregación, permite una estimación más exacta del  $K$  total y una interpretación más adecuada del impacto total, en comparación con un enfoque que deja este proceso de agregación implícito o indefinido<sup>4</sup>.

La identificación de las ZAEs homogéneas también ayuda a modelar y medir el potencial para la transferencia (diseminación o *spillover*) de los resultados de la investigación. Si  $K_1$  es la reducción del costo por unidad lograda a partir de la investigación ejecutada en la Zona 1, la comprensión de las características particulares de las zonas y las tecnologías permite estimar los cambios de costo por unidad relativa,  $q_{12}$ , si las tecnologías de la Zona 1 se aplican en la Zona 2 (i.e.,  $K_2 = q_{12} \times K_1$ ). Por esta vía se pueden establecer los efectos potenciales de la transferencia de tecnología.

El uso de la información en esta manera facilita el entendimiento de los balances económicos involucrados en el direccionamiento de tecnologías específicas para una o varias zonas, logrando más impacto (maximizando  $K_1$  en relación con  $K_2$ , lo que implica un  $q_{12}$  menor) versus el desarrollo de tecnologías con ámbitos espaciales más amplios (implica un  $q_{12}$  más alto).

El uso creativo de datos agroecológicos y biofísicos es particularmente útil para evaluar el impacto *potencial* de IyD en la productividad y en la degradación (o mejoramiento) de los recursos naturales. La *realización* de ese potencial depende de otros factores, tales como la inversión en infraestructura rural, comunicaciones, educación y servicios de salud, así como las características del mercado, la estructura económica del sector agrícola y las políticas económicas.

Al considerar nuevamente el modelo básico, se puede probar que los cambios en excedente pueden expresarse por (Alston, Norton y Pardey, 1995).

- (1)  $\Delta EC = P_0 Q_0 Z (1 + 0.5Zn)$ ,
- (2)  $\Delta EP = P_0 Q_0 (k-Z) (1 + 0.5Zn)$ ,
- (3)  $ET = P_0 Q_0 k (1 + 0.5Zn)$ .

donde:

- $P_0$  = precio del bien en cuestión en el equilibrio inicial;
- $Q_0$  = cantidad producida y consumida en el equilibrio inicial;
- $k$  = tamaño, en términos porcentuales, del desplazamiento vertical potencial de la curva de oferta;

<sup>4</sup> Wohlgenant (1996) desarrolla en algún detalle la analítica de agregar a través de diferentes grupos de productores, con estructuras de costo diferentes, enfrentando distintos efectos de IyD.

$$(4) Z = (e / (e + n)) k;$$

e = elasticidad de la oferta en el punto de equilibrio inicial;

n = elasticidad de la demanda (en valor absoluto) en el punto de equilibrio inicial.

#### 4.2.2. Proceso de adopción de tecnología

En la presentación del marco conceptual económico, se destacaron dos puntos diferentes en relación con la adopción y el uso de las tecnologías: las situaciones *sin* y *con* la nueva tecnología (los puntos y líneas anotados como 0 y 1 en la Figura 4.6). Para realizar la transformación entre estos dos estados, es importante reconocer la dimensión temporal del proceso de la investigación y adopción. Dado que la Figura 4.7 muestra una curva típica de adopción de tecnología nueva en el tiempo. Hay tres elementos que caracterizan dicha curva:

- El tiempo de la liberación de la tecnología hasta alcanzar el techo de adopción.
- El techo máximo de adopción (como la proporción máxima de la producción que utiliza la nueva tecnología).
- La forma de la curva de adopción.

El desarrollo metodológico exige la especificación de los tres elementos para aproximar esta curva en cada región.

Para incorporar estos conceptos, se realiza una simulación temporal, desde un período inicial (período base), por un tiempo determinado (período de la simulación). La simulación pasa generalmente por tres fases:

- *Período de IyD.* Es el tiempo de la inversión en IyD hasta la liberación de una tecnología nueva. En esta etapa no hay beneficios.
- *Período de adopción (desde de la liberación hasta alcanzar el techo de adopción).* En esta etapa los beneficios crecen cada año, en cada región, en proporción con el nivel de adopción. También existe la posibilidad de que todavía haya costos asociados con la adaptación y difusión de la tecnología.
- *Período del nivel máximo del uso de la tecnología:* Es el período en que se mantiene la adopción en el nivel del "techo" de adopción. Durante estos años los beneficios anuales son los máximos (e iguales) cada año. Cuanto más rápido es el ciclo de renovación tecnológica asociada con un tema de investigación, tanto más corto es este período<sup>5</sup>.

---

5 En algunos casos se considera una cuarta fase de desadopción; sin embargo, existe controversia respecto a este concepto. Desde un punto de vista, cada tecnología tiene su ciclo de vida hasta que finalmente sus usuarios la dejan de utilizar y, a partir de ese momento, sus beneficios terminan. Desde otro punto de vista, los productores solamente cambian a una tecnología nueva, si ésta tiene mayor rentabilidad *—en relación con la previa*. En esta situación, una interpretación de la tecnología "vieja" es que aún reporta beneficios, porque la tecnología "nueva" debe superarse y mantenerse por encima de la rentabilidad de la "vieja", sino se retornaría al uso de ésta. Cuando se considera el período de desadopción, éste es una consecuencia de la disponibilidad de tecnologías nuevas y mejores o, a veces, de la pérdida de la potencia de una tecnología.

### 4.2.3. Cálculo de beneficios sociales de investigación

Como consecuencia de la adopción, la curva de oferta se desplaza gradualmente, conforme el costo unitario promedio se va reduciendo al adoptarse la nueva tecnología. La reducción acumulada del costo unitario promedio en el transcurso del tiempo se expresa como:

$$(5) K_t = A_t K,$$

donde  $A_t$  denota el nivel de adopción de la nueva tecnología en el período  $t$ . La reducción máxima del costo unitario está dada por

$$(6) K^{\max} = A^{\max} K,$$

donde  $A^{\max}$  denota el nivel máximo de adopción, en términos porcentuales. (Ver Figura 4.8).

Al tomar en cuenta lo anterior, los beneficios que se generan en el período  $t$ , para consumidores, productores y total se representan respectivamente por:

$$(7) \Delta EC_t = P_0 Q_0 k_t (1 + 0.5Z_t),$$

$$(8) \Delta EP_t = P_0 Q_0 (k_t - Z_t) (1 + 0.5Z_t),$$

$$(9) \Delta ET_t = P_0 Q_0 k_t (1 + 0.5Z_t),$$

donde  $k_t$  representa la reducción porcentual del costo unitario acumulada hasta el período  $t$ .

Si para generar y adoptar una nueva tecnología se incurre en costos:  $C_0, C_1, \dots, C_T$ , durante  $T+1$  períodos y se espera obtener un correspondiente flujo de beneficios totales:  $B_0, B_1, \dots, B_T$ , medidos de acuerdo con la fórmula (9), se puede evaluar el impacto de la nueva tecnología de acuerdo con varias medidas de beneficios (o rentabilidad), que incluyen: a) el **valor actual neto (VAN)**; b) la **tasa interna de retorno (TIR)**; y c) la **relación beneficio-costo (B/C)**.

El VAN de un proyecto de IyD se determina a partir de la corriente de beneficios esperados menos costos, durante el período que dura el proyecto, descontados al presente mediante una tasa de descuento (o interés). Algebraicamente el VAN se define por:

$$(10) \text{VAN} = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta ET_t - C_t}{(1+r)^t} \text{ donde}$$

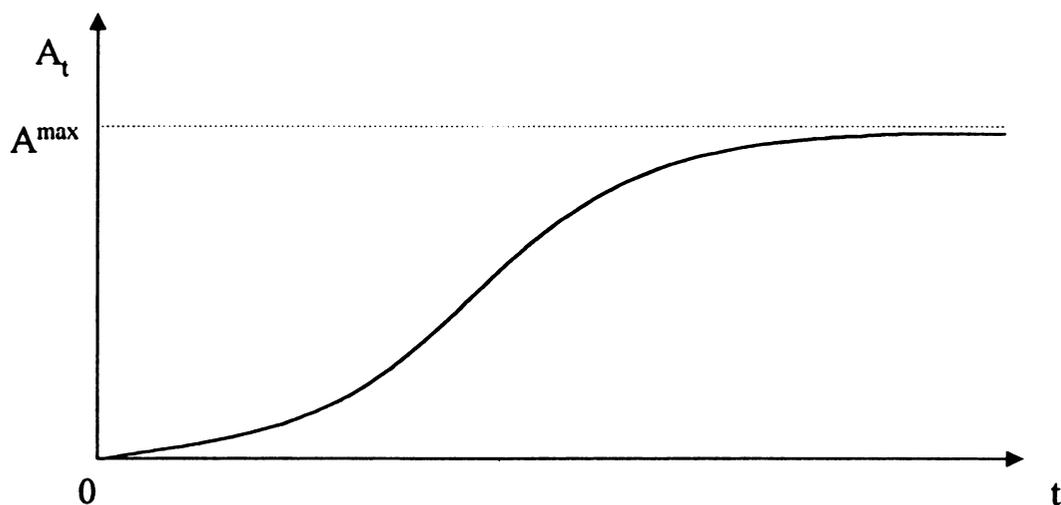
$r$  = tasa de descuento (o interés);

$t$  = 0, 1, 2, 3, ...,  $T$ ;

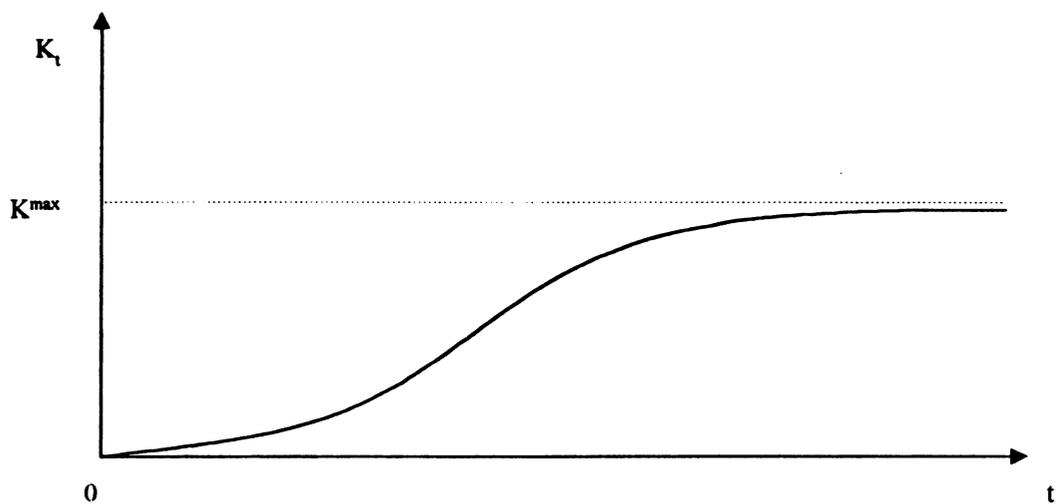
$T$  = último año del proyecto.

Si además la tecnología está disponible en el período  $l$  (el tiempo de generación) y empieza a adoptarse en el período  $m$ , ( $l \leq m$ ), entonces:  $B_0 = B_1 = \dots = B_{m-1} = 0$ . La Figura 4.9. muestra un patrón típico de beneficios netos ( $B_t - C_t$ ) en el transcurso del tiempo.

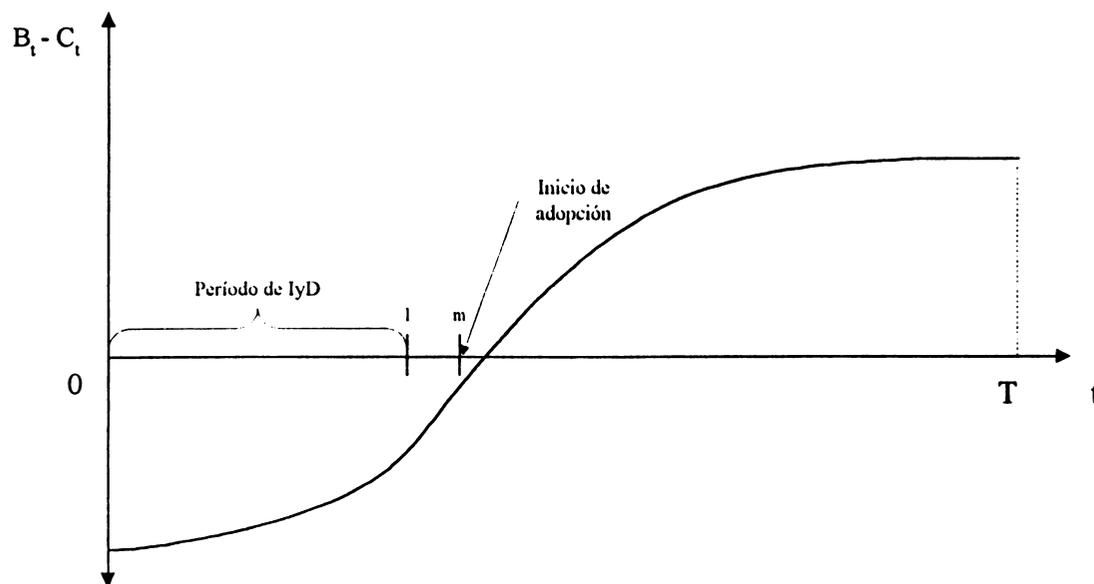
Nivel de adopción  
(%)



**Figura 4.7. Curva de Adopción de Nueva Tecnología.**



**Figura 4.8. Reducción del Costo Unitario en el Tiempo.**



**Figura 4.9. Patrón de Beneficios Netos.**

El VAN se utiliza en la práctica para evaluar varias alternativas de inversión. Cuando se comparan dos alternativas que compiten entre sí, con la misma tasa de descuento, se elige la que tiene mayor VAN.

La TIR se define como la tasa de descuento que hace que el VAN sea cero, es decir, la TIR se obtiene a partir de la ecuación

$$(11) \quad 0 = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta ET_t - C_t}{(1 + TIR)^t}$$

La TIR es la tasa de descuento que hace que los beneficios y costos descontados al presente sean iguales. Cuando se compara la rentabilidad de dos proyectos mediante la TIR, el criterio es elegir el que tenga la mayor TIR y mayor que una tasa determinada de antemano.

La *relación de beneficio-costo* se define por:

$$(12) \quad B / C = \left\{ \sum_{t=0}^T \frac{\Delta ET_t}{(1 + r)^t} \right\} / \left\{ \sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1 + r)^t} \right\},$$

la relación beneficios-costos es una comparación de los beneficios brutos con los costos, ambos descontados al presente. Entonces, al comparar dos proyectos, resulta más rentable, por peso invertido, el que tiene la mayor relación beneficio-costo - ambos proyectos se evalúan con la misma tasa de retorno<sup>6</sup>.

6 Se pueden obtener fórmulas de beneficios análogas a las representadas por las ecuaciones (10) - (12), para consumidores y productores, sustituyendo respectivamente,  $\Delta EC_t$  y  $\Delta EP_t$  en lugar de  $\Delta ET_t$  para dichas ecuaciones.

#### 4.2.4. Modelo de multimercados

El modelo de multimercados tiene la capacidad de capturar tanto las variaciones espaciales de los impactos de IyD, que principalmente tienen una dependencia agroecológica, como las variaciones espaciales de los factores del mercado. También puede incorporar desplazamientos de las curvas de oferta y demanda no inducidos por la investigación, debido a otros factores, como el crecimiento de la población o el impacto de impuestos y subsidios en la producción o en el consumo. Esto hace posible modelar directamente las interacciones entre las políticas del gobierno, la IyD, y el tamaño y la distribución de los beneficios sociales de la investigación.

El modelo de multimercados es una extensión del modelo básico en el que se consideran varios mercados (regiones) que interactúan mediante el comercio del producto o la transferencia de tecnología. Cada mercado se caracteriza por sus respectivas curvas de oferta y demanda, las que se relacionan por una condición de equilibrio global. La Figura 4.10 ejemplifica cuatro escenarios que permiten visualizar el impacto de nuevas tecnologías bajo libre comercio para dos países. El modelo de multimercados se discute en, por ejemplo, Alston, Norton y Pardey 1995; Davis, Oram y Ryan 1987; Edwards y Frebairn 1994; y Medina Castro 1991.

En un primer escenario, donde **no** se realiza comercio entre los países A y B (Figura 4.10.a), el precio del producto (por ejemplo, maíz) en A,  $P_a$ , se determina únicamente por las condiciones locales de la oferta ( $S_a$ ) y la demanda ( $D_a$ ). Similarmente el precio del mismo producto,  $P_b$ , en B, se determina únicamente por las condiciones locales de la oferta ( $S_b$ ) y la demanda ( $D_b$ ).

En un segundo escenario, de libre mercado entre los países A y B, cuando se establece el comercio internacional, el precio de equilibrio,  $P_w$ , se determina cuando la oferta total ( $S_a + S_b$ ) es igual a la demanda total ( $D_a + D_b$ ). Alternativamente, en la Figura 4.10.a, el precio de equilibrio,  $P_w$ , se establece cuando el exceso de la oferta (ES) en A,  $S_a - D_a$ , se iguala con el exceso de la demanda (ED) en B,  $D_b - S_b$ .

En un tercer escenario, la generación y adopción de una innovación en el país A reduce el costo unitario por una magnitud  $K_a$ , desplazando la curva de la oferta de  $S_a$  a  $S_a'$  (Figura 4.10.b). Esto ocasiona un desplazamiento de la curva de exceso de la oferta, de ES ( $S_a - D_a$ ) a  $ES'$  ( $S_a' - D_a$ ), y por consiguiente se reduce el precio de equilibrio, cambiando los excedentes de los productores y consumidores de A y B.

Por último, se considera un cuarto escenario, similar al anterior, pero además, en el país B se importa de A (o se genera ahí mismo) nueva tecnología, que reduce el costo unitario de producción una magnitud  $K_b$ . Esto a su vez induce un desplazamiento de la curva de la oferta de B, de  $S_b$  a  $S_b'$ , y por consiguiente se desplaza la curva del exceso de la demanda, de ED a  $ED'$ , reduciendo así el precio en el mercado internacional a  $P_w'$ . La reducción de precios, de  $P_w$  a  $P_w'$ , generada por la adopción de nuevas tecnologías aumenta el consumo y el excedente de los consumidores en ambas regiones. Adicionalmente, en el caso de la Figura 4.10.b, el excedente de los productores se incrementan en ambos países.

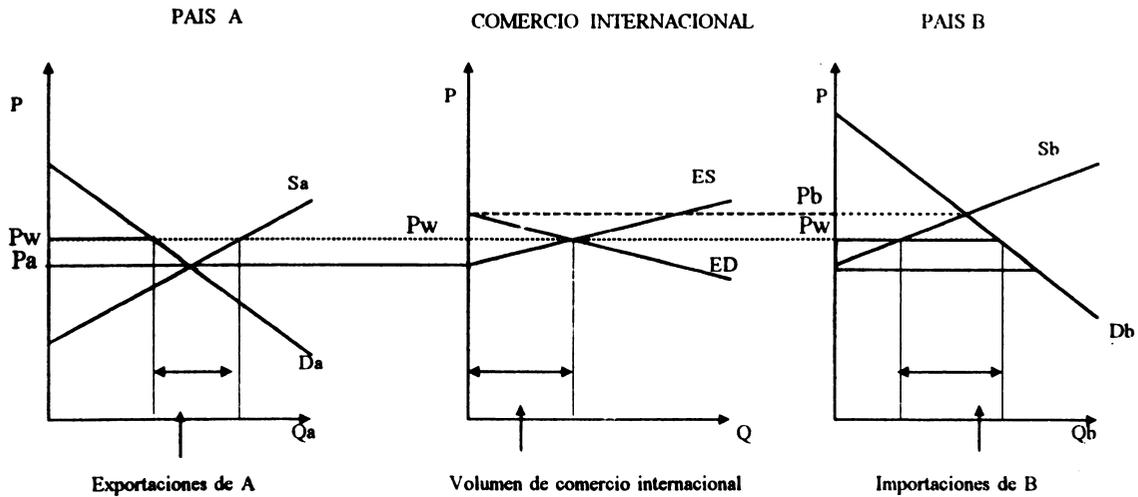


Figura 4.10.a. Equilibrio en el Modelo de Multimercados.

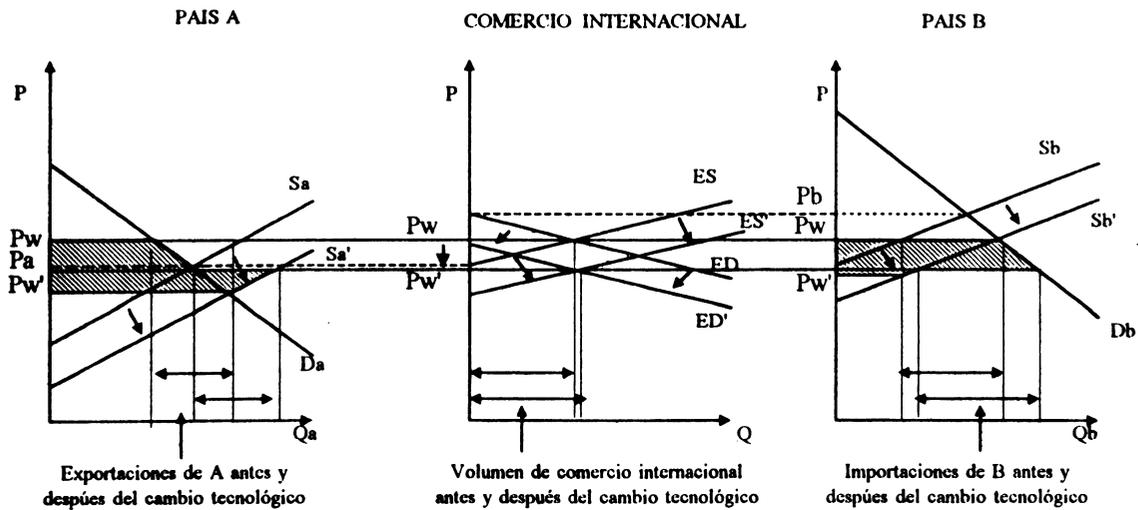


Figura 4.10. b. Cambio Tecnológico en un Modelo de Multimercados.

En general, en estos casos los impactos de la nueva tecnología son, *ceteris paribus*:

- **Para el país innovador:** un precio más bajo, mayor producción, más consumo.
- **Para el comercio:** un precio más bajo, mayor comercio (mayor nivel de exportaciones y, en proporción, más importaciones).
- **Para países no innovadores (o menos innovadores):** precios más bajos, menor producción y más consumo.

Conviene notar que, en el modelo de multimercados, *el excedente del productor en A o en B (pero no en ambos) podría disminuir como consecuencia de la adopción de nueva tecnología en una de las dos regiones*; ello depende del tamaño relativo de la reducción del costo unitario en A y en B (es decir, el tamaño, relativo de los  $K$  en A y en B). Cuando el modelo de multimercados se dinamiza, las curvas de oferta en A y B se desplazan en el transcurso del tiempo, conforme se adopta la nueva tecnología en cada país. También en este caso puede suceder que el excedente del productor resulte negativo en algún país. Por ejemplo, si la adopción de tecnología ocurre antes y es más rápida en A que en B, entonces el cambio en el excedente del productor podría ser negativo en B, por lo menos por un espacio de tiempo.

Como en el caso del modelo básico, en cada período,  $t$ , los beneficios sociales se miden en cada país como el cambio del excedente del consumidor o productor o total acumulado al período  $t$  con respecto al período inicial.

El modelo de multimercados se extiende para  $m$  países (cada uno representado con su curva de oferta y demanda y, en un contexto dinámico, también por su curva de adopción). En cada país pueden calcularse los beneficios, derivados de generar adoptar y transferir tecnologías en cada período mediante fórmulas similares a las expresadas en las ecuaciones (10)-(12) (ver Alston, Norton y Pardey 1995).

#### 4.2.4.1 Modelo de multirregiones de mercado

Para evaluar nueva tecnología *ex ante* en un país, frecuentemente se requiere determinar los beneficios a consumidores o productores de cierta zona o estrato. El modelo de multimercados permite hacer una simple extensión a *regiones de mercado* para determinar beneficios a grupos particulares, de productores o consumidores. Las regiones de mercado se definen como regiones "homogéneas":

- de producción y generación/adopción de tecnología, o
- de consumo, o
- de producción y consumo y generación/adopción de tecnología (Figura 4.11).

El modelo de multirregiones se aplica ahora a  $n$  regiones de mercado cada una con una función de demanda o de oferta o ambas. A cada una de las regiones de producción también le corresponde una curva de adopción de la nueva tecnología. En cada región y cada período, se pueden calcular los beneficios de la generación y adopción o transferencia de nueva tecnología para: productores (en regiones de producción), para consumidores (en regiones de consumo) o para ambos (en regiones de producción y consumo). También pueden obtenerse medidas de rentabilidad correspondiente (por ejemplo, el valor presente de beneficios a consumidores o productores o ambos). Si las regiones de mercado se pueden agrupar de tal manera que toda región de mercado pertenece a un solo país, entonces se pueden determinar beneficios y medidas de rentabilidad por país. En la práctica se denota al modelo de multirregiones de mercado también por modelo de multimercados, y se permite la posibilidad de incluir las regiones de mercado indicadas anteriormente.

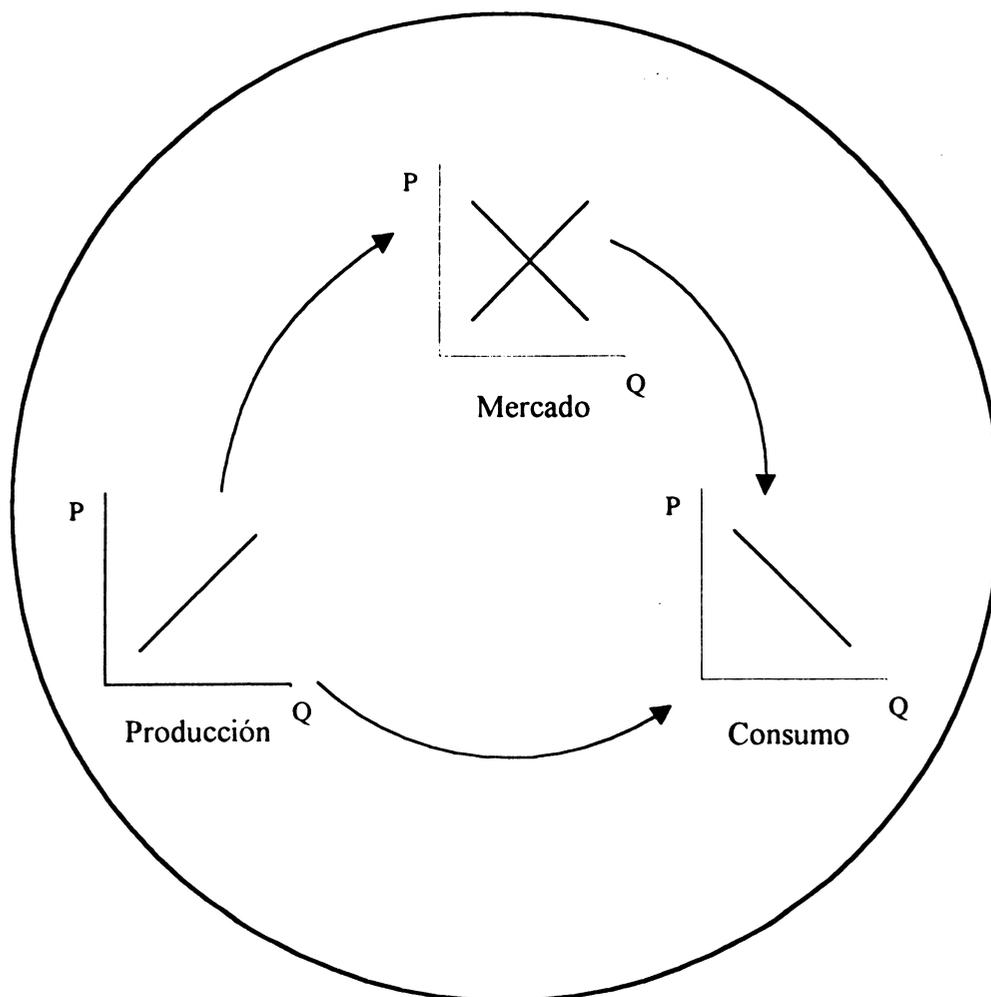


Figura 4.11. Regiones de Mercados y Flujos de Comercio.

### 4.3. Diseño de Escenarios – Políticas, Mercados y Tecnologías

Para simular el proceso de la generación, la adopción y el impacto económico de la tecnología nueva, se debe considerar el contexto en que se desarrolla y aplica. La forma probable como impacta la IyD en la sociedad está relacionada con una amplia gama de factores, algunos no relacionados con los productos mismos de IyD. Entre éstos se incluyen la estructura demográfica y las políticas fiscales, agrícolas y comerciales domésticas e internacionales. También incluye diversos factores que influyen en la capacidad y disposición de los productores para adoptar nuevas tecnologías o prácticas, los cuales se relacionan con las expectativas sobre los mercados de insumos y productos agrícolas.

El análisis *ex ante* de los impactos económicos de la investigación implementado en el *software DREAM* (Wood y Baitx 1998) es una simulación de la generación y la adopción de tecnología nueva, así como la evaluación del subsecuente impacto que ésta tiene en los mercados y el bienestar social. Además, el análisis que se realiza en *DREAM* puede tener en cuenta explícitamente

otros factores, tales como impuestos o subsidios a la producción o consumo, así como el crecimiento en la producción o consumo que se origina a partir de fuentes diferentes a las del cambio tecnológico. Estos factores y las respuestas de los productores y consumidores a los cambios de precios son parámetros del modelo sobre los cuales los usuarios tienen control.

Para el desarrollo de los escenarios se considera el marco estratégico en el que se realiza la inversión en IyD, que incluye los objetivos institucionales o metas que se desean alcanzar con su ejecución como por ejemplo el aumento de la productividad agrícola, el aumento de los ingresos rurales o la minimización de efectos negativos sobre el medio ambiente. Otra información para formular escenarios está relacionada con el propósito y la escala de la evaluación. Existen dos dimensiones de esta escala. Una es la cobertura geográfica y la otra es la desagregación de los componentes de la investigación (programas nacionales, proyectos y aun subproyectos). Estos factores determinan el nivel de detalle y de desagregación requerido para la representación analítica y el grado de sofisticación para la evaluación de los impactos sociales y del mercado.

Los factores que influyen en el diseño de escenarios incluyen:

- Las políticas de los precios agropecuarios, expresadas en los impuestos y subsidios a la producción o consumo. Estas políticas pueden cambiar con el tiempo.
- Los factores de desarrollo que promueven cambios en la oferta de productos agropecuarios, como inversiones posibles en infraestructura rural, sistemas de crédito o mejores modelos de organización campesina.
- Los factores que estimulan la demanda, tales como el crecimiento de la población y de los salarios reales, los cambios en los gustos de los consumidores y los nuevos usos para productos agropecuarios.
- La heterogeneidad de la estructura de producción y consumo en relación con los objetivos de la investigación. Si se desea saber cuáles serían los impactos de la tecnología en grupos sociales determinados (pequeños productores, productores de laderas, consumidores pobres, urbanos etc.), debe pensarse cómo desagregar los datos apropiadamente. El marco conceptual permite una definición diferente para cada grupo, pero el análisis trata los grupos simultáneamente, dando la posibilidad de calcular los impactos por grupo y cómo cambia el equilibrio entre los grupos, según los distintos patrones de la inversión en la investigación.
- La naturaleza de los mercados internos e internacionales de los productos impactados por la investigación. En algunos casos, los rubros de alto volumen y bajo precio (por ejemplo, la yuca fresca) se pueden tratar como productos locales en términos de mercados *cerrados*. Por otro lado, los productos de comercio tradicional, tales como café, cacao, banano, etc. (y crecientemente para todos los productos por efecto de la liberalización del mercado) se tratan como mercados *abiertos*. El modelo *DREAM* es capaz de manejar ambos tipos de mercado. El más sencillo es cuando se define una sola región como un mercado cerrado, en el cual la producción está en equilibrio con el consumo. Existen otras posibilidades de representar el mercado internacional. En primer lugar, un mercado abierto pequeño sin restricciones de equilibrio interno, pero con precio fijo (exógeno) referenciado al precio mundial.

- En los casos de escenarios con regiones múltiples, el modelo asume que hay equilibrio a nivel agregado en los totales de producción y consumo de todas las regiones; entonces, para satisfacer ese supuesto, se puede crear una región de comercio de equilibrio que produce o consume el total del desequilibrio actual entre la producción y el consumo de todas las regiones (en el extremo se puede definir una región que contiene el balance de la producción y del consumo mundial). Otra posibilidad es definir regiones fuera del área geográfica de interés primario, las cuales son importantes como países consumidores de exportaciones, o como fuentes de tecnología.

En este estudio se analizaron los casos en los que se realiza libre comercio entre los países de Mesoamérica y se considera: a) una región de comercio “*balance*” que equilibra el total de la producción y el consumo de los países de Mesoamérica, o b) una región “*resto del mundo*”, que contiene el balance de la producción y el consumo mundiales (ver Figura 4.12).

Por último, en algunos casos es importante definir escenarios fijos para comparar los impactos de diferentes tecnologías y, en otros casos, se definen escenarios múltiples para aplicar la misma tecnología, para entender la sensibilidad del impacto de la investigación en dichos escenarios. El Cuadro 4.1 presenta un resumen de las variables y parámetros incluidos explícitamente en el marco conceptual y se dan algunos ejemplos de los usos de éstos en la definición de los escenarios de evaluación de tecnología y cambios institucionales.

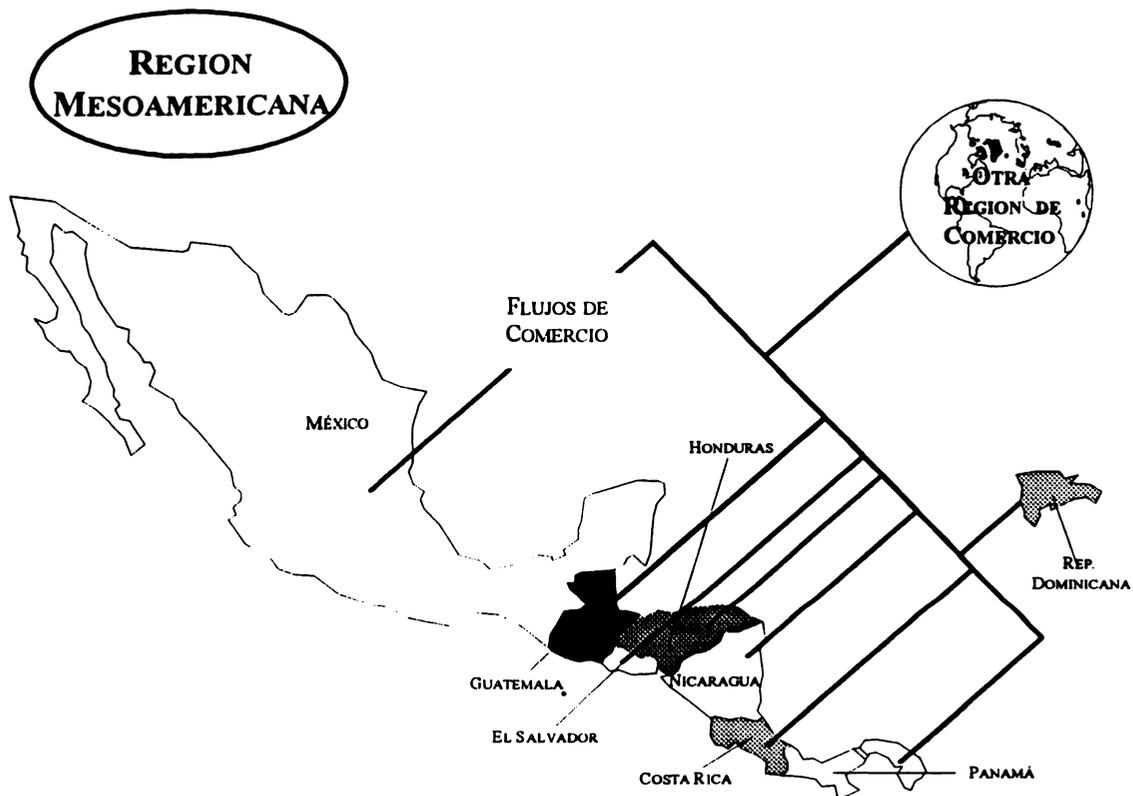


Figura 4.12. Flujos de Comercio entre los Países de Mesoamérica y la Región de Comercio.

**Cuadro 4.1. Resumen de los Parámetros de la Evaluación Económica.**

Parámetros	Evaluación de la tecnología		Parámetros útiles para		Notas
	Esencial	Opcional	Definir escenarios	Cambios institucionales	
<b>Tipo de mercado</b> <i>Uno cerrado</i> <i>Uno abierto pequeño</i> <i>Múltiples (abiertos) con comercio</i> <i>Vertical (cadena agroalimentaria)</i>	Se debe elegir una opción				
<b>Investigación y desarrollo</b> Tiempo de investigación Incertidumbre de éxito Tipo y magnitud de impacto <i>Más rendimiento</i> <i>Menos insumos</i> <i>Estimula demanda</i> <i>Mejora calidad</i> <i>Recursos naturales (abiótico)</i> <i>Post cosecha</i> Diseminación <i>Cambio en impacto</i> <i>Tiempo de transferencia</i> Costos	√ √ √      √	       √	       √(a)	√(b) √(b)      √(b) √(b)	(a) Escenarios sin y con diseminación  (b) Por ejemplo, inversiones en las instituciones y en los recursos humanos pueden impactar estos parámetros
<b>Adopción</b> Tiempo hasta alcanzar el techo de adopción Techo de adopción Forma de la curva de adopción Desadopción	 √ √ √	  √	  √	√(c) √(c)	(c) Inversión en la extensión y en la infraestructura pueden impactar estos parámetros
<b>Mercado</b> Producción Elasticidad de oferta Consumo Elasticidad de demanda Comercio Precios Impuestos-subsidios Crece. autónomo de oferta Crece. autónomo de demanda	√ √ √ √  √	    √  √ √	     √(d) √(d) √(d)	      √(c)	(d) Representan distintos impactos de políticas
<b>Descontando</b> Período de planeación-simulación Tasa de descuento	√ √		√ √		

Fuente: Elaborado por los autores.

## 5. IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA PARA EVALUAR TEMAS DE INVESTIGACION

Como se describió anteriormente, en Mesoamérica se constituyó un Equipo Técnico de Prioridades (ETP), con el que se implementaron las actividades subregionales, de capacitación y evaluación *ex ante* de temas de investigación de interés común. Los pasos para implementar la metodología fueron los siguientes:

1. Selección de temas de investigación agropecuaria, por parte de las instituciones participantes, para ser considerados en el nivel subregional, a partir de las prioridades nacionales de investigación.
2. Selección por consenso de los temas subregionales de interés común.
3. Preparación de cuestionarios de acuerdo con los temas seleccionados.
4. Recolección de datos y entrevistas con científicos para obtener parámetros técnicos de los temas seleccionados.
5. Armonización de la información recolectada en los distintos países.
6. Desarrollo de ZAEs específicas a partir de la información recolectada y del SIG del CIAT y el IFPRI.
7. Desarrollo de mapas de ZAEs específicas de cada uno de los temas seleccionados.
8. Definición de los escenarios de análisis.
9. Aplicación del programa *DREAM* para evaluar temas seleccionados.
10. Evaluación económica de los temas seleccionados.

En este capítulo se discuten los pasos del 3 al 8. Los primeros dos pasos se describieron en el Capítulo 3. Los dos últimos pasos se describen en el capítulo siguiente.

### 5.1. Recolección de Información de los Temas de Investigación de Interés Común

En concordancia con la metodología y los requerimientos de información del modelo económico-ecológico, las variables y los parámetros técnicos de investigación, con sus niveles y detalles de información, se definieron en tres grupos: a) de investigación y desarrollo (IyD), b) de adopción de tecnología, y c) de mercados. Los dos primeros grupos se analizan aquí y en el capítulo siguiente el de mercados.

#### 5.1.1. Diseño y uso del cuestionario

Para la recolección de la información técnica de IyD y de la adopción de los temas de investigación seleccionados se elaboró, en un primer taller con los miembros del ETP, un cuestionario sobre *variables y parámetros científicos de investigación* (el cuestionario se muestra en el Anexo 3).

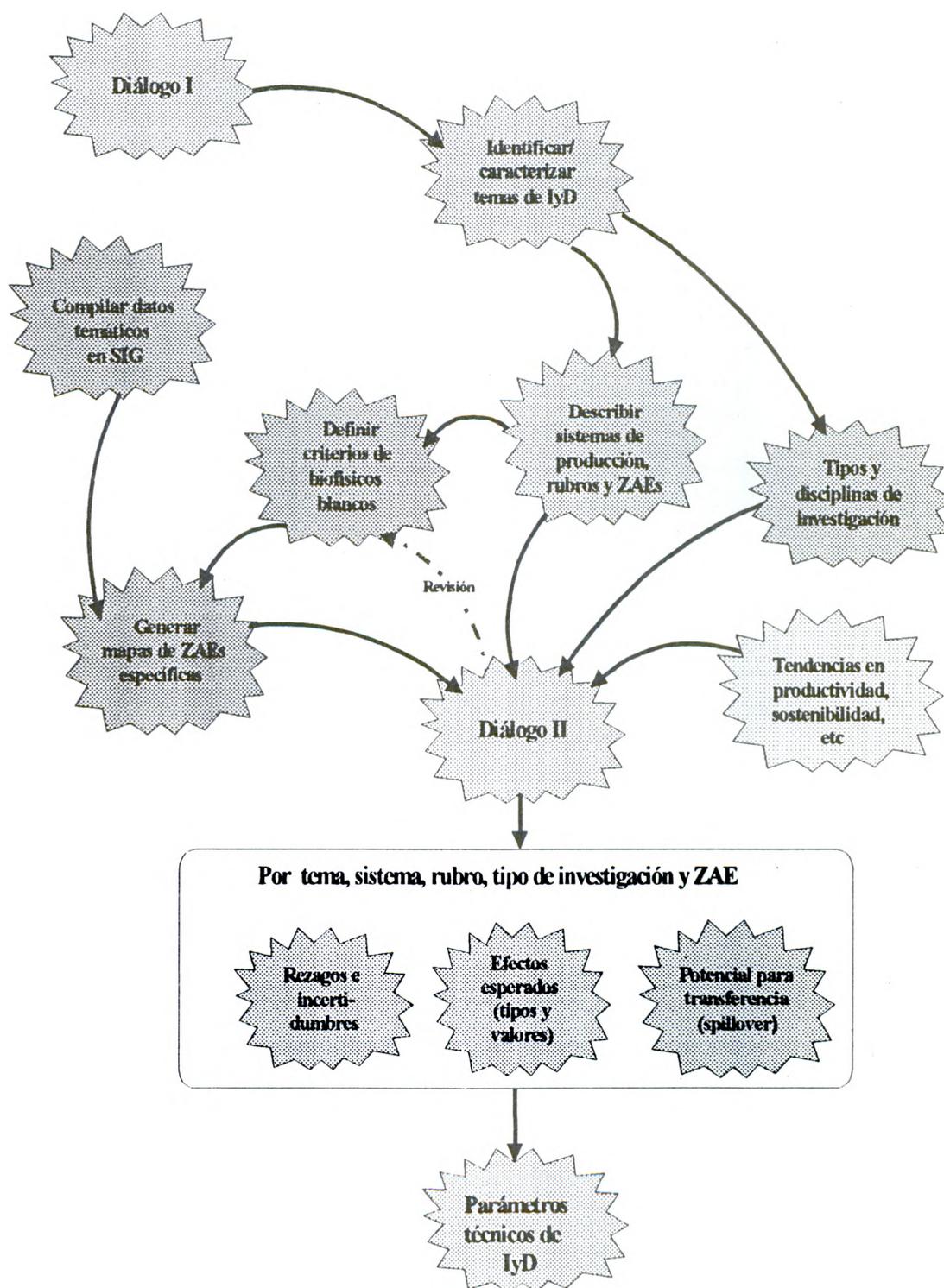
Las variables sobre las cuales se capturó información corresponden a:

- **Áreas o temas de investigación.** Son las diferentes unidades organizativas que las instituciones crean para profundizar en el desarrollo tecnológico específico. En el caso particular del proyecto, son las diferentes áreas que contribuyen al estudio de los temas elegidos.
- **Dedicación del tiempo de los científicos** a cada una de las áreas temáticas.
- **Elaboración de los resultados esperados** de la investigación y las tecnologías desarrolladas. Se especifican cuáles son los resultados esperados para superar las limitaciones o aprovechar las oportunidades relacionadas con el tema.
- **Probabilidad de éxito.** Probabilidad de obtener los resultados esperados del tema correspondiente.
- **Identificación de las ZAEs** de la investigación nacional para cada tema.
- **Tiempo de IyD** (en años). Tiempo necesario para desarrollar las diferentes tecnologías.
- **Cuantificación de los resultados esperados** en cada uno de los temas. Se trata de cuantificar los impactos en términos de rendimiento, cambios en los costos de producción o mejoramiento de la calidad del producto, cuando se aplican las tecnologías desarrolladas al proceso productivo.
- **Contribución de las áreas de investigación** a cada resultado esperado.
- **Parámetros de adopción.** Tiempo para la máxima adopción y desadopción de la tecnología. Perfil de adopción para cada uno de los resultados.
- **Matriz de transferencia** (diseminación) de tecnología.

Para la definición y recolección de las variables y parámetros de IyD y de adopción de tecnología se generó un proceso de interacción con los científicos, en el cual se dio un primer diálogo para definir y describir los temas de investigación, las diferentes disciplinas, los correspondientes sistemas de producción de los rubros involucrados y las ZAEs específicas. En un segundo diálogo se definió para cada tema y rubro el tipo de investigación y los rezagos de la investigación, así como los diferentes efectos esperados y el potencial de la transferencia de la tecnología. En la Figura 5.1 se detalla el proceso de interacción con los científicos.

### 5.1.2 Compilación de datos económicos

Las variables del mercado necesarias para un completo análisis cuantitativo se listan en el Cuadro 4.1. Los datos se obtuvieron de diferentes fuentes.



**Figura 5.1. Interacción con los Científicos para Caracterizar Actividades de IyD.**

**Fuente:** Equipo Regional IFPRI/CIAT.

#### 5.1.2.1. *Producción, consumo y precios*

Con el propósito de obtener un conjunto consistente de datos para compararlos entre los países, los valores nacionales de producción y consumo fueron obtenidos de la CEPAL y el CORECA para el período 1991-1993 y 1994.

#### 5.1.2.2. *Elasticidades*

En términos generales no fue posible obtener datos confiables sobre la elasticidad de la oferta y la demanda. No obstante, en las evaluaciones revisadas se asumió un valor de uno para ambas elasticidades (Anexo 4). Los valores de la elasticidad tienen poco impacto sobre la estimación de los beneficios *totales* de IyD; sin embargo, las elasticidades afectan significativamente *la distribución* probable de los beneficios entre los “productores” y “consumidores”.

#### 5.1.2.3. *Tasas exógenas de crecimiento de la oferta y la demanda*

Las tasas de crecimiento de la demanda de los países incluidos en el estudio se estimaron con base en las proyecciones del crecimiento de la población de la CEPAL. Se asumió que la demanda crece en cada país al mismo ritmo del crecimiento de la población. Las tasas de crecimiento de la oferta (para crecimiento no atribuible a la IyD) se asumieron de 2% en cada país para todas las evaluaciones.

#### 5.1.2.4. *Tasas de descuento*

Para tener en cuenta el valor temporal del dinero es necesario descontar valores futuros por una tasa neta (real) de interés, para calcular los valores actuales de los flujos de los costos y beneficios de investigación. La tasa de descuento real se puede aproximar restando de la tasa más baja de préstamo comercial interbancario la tasa de inflación. Para facilitar la comparación de los resultados entre los países y los temas de IyD, se adoptó una tasa real estándar de descuento del 10% y un período de simulación de 15 años.

#### 5.1.2.5. *Costos de investigación*

Para estimar los costos de investigación y extensión, se utilizó la información de salarios de científicos que proporcionaron los miembros del ETP para 1996, los costos totales se estimaron asumiendo que el salario de científico corresponde al 70% del total (ver Anexo 5). Para los demás años, los costos totales se estimaron de acuerdo con la tasa de inflación.

## 5.2. **Armonización y Consolidación de Datos**

Una vez que se recolectó la información en cada país, se llevo a cabo un segundo taller con los integrantes del ETP, en el que se revisaron los cuestionarios y se armonizó la información en una primer instancia. La información se continuó depurando y armonizando para ser revisada en un tercer taller. El dato de reducción del costo unitario, **K**, calculado a partir del incremento en rendimiento y/o cambio del costo de producción, constituye una variable crucial del modelo para

calcular los beneficios de investigación, como se indicó en el Capítulo 4. Para reducir las sobrestimaciones de **K**, se calcularon, examinando series históricas de rendimientos en cada país para los productos analizados, los valores máximos que podrían tomar. De esta manera, cuando la reducción del costo unitario, **K**, obtenido a partir de los cuestionarios, excedía el valor máximo estimado, se optó por reemplazarlo por el último en las corridas del programa *DREAM*.

### 5.3. Identificación de las ZAEs

El proceso para establecer ZAEs específicas para los temas de investigación del estudio en Mesoamérica demanda un diálogo activo con los científicos en un proceso (frecuentemente de ensayo y error) para establecer los criterios biofísicos que representan espacialmente los blancos de sus esfuerzos actuales o planeados de investigación. Aún es común encontrar científicos que tienen poca percepción del impacto potencial espacial de su trabajo más allá de sus sitios experimentales. Dadas estas limitaciones, se estableció una secuencia ideal del proceso de interacción con los científicos (Figura 5.1) para desarrollar un conjunto básico de ZAEs específicas para cada uno de los temas de IyD.

Dado que la recolección de los datos sobre parámetros técnicos de los temas seleccionados para IyD no podían esperar hasta que estuvieran listos los mapas de ZAEs subregionales con especificidad para la IyD, se acordó el siguiente procedimiento:

- Recoger datos sobre los temas de IyD seleccionados a nivel nacional sobre la base del esquema agroecológico preferido por los científicos nacionales como el Sistema de Holdridge o alguna ZAE nacional. Estas unidades espaciales proporcionan la base para la evaluación económica de los temas de investigación.
- Solicitar a los científicos nacionales definir los rangos de los valores de los parámetros biofísicos clave que definen regiones o zonas nacionales (o parte de las zonas) a las cuales su investigación está dirigida. Estos parámetros incluyeron: precipitación anual, altitud, temperatura, humedad relativa, tipo de suelo, topografía y pendiente. Estos datos podrían, si fuera necesario, armonizarse a nivel subregional para definir un número manejable de zonas específicas subregionales para IyD.

Los datos proporcionados por los miembros del ETP de Mesoamérica para los temas de investigación seleccionados y los parámetros de temperatura y precipitación anual se muestran en las figuras 5.2. a-f.

Los datos de precipitación anual y temperatura se racionalizaron y armonizaron con la escala subregional (de Mesoamérica) con la ayuda del SIG para definir un número manejable de zonas específicas subregionales para investigación, de 6 a 15. Algunos temas de investigación se dirigieron a toda la producción en un país entero, mientras otros se dirigieron a una porción relativamente pequeña de la producción nacional y adicionalmente a zonas agroecológicas reconocidas, en las cuales el impacto de la tecnología sería significativamente diferente. Se reconoce que puede haber algunas diferencias entre los rangos de los criterios subregionales y nacionales, pero esto sería aceptable para los propósitos de este estudio ilustrativo. La información descrita proporcionó

la base para la preparación de los mapas de ZAEs específicas subregionales para investigación mostrados en la Figura 5.3. (a-f).

Este procedimiento tenía la ventaja de permitir recoger rápidamente los datos nacionales, y además daría la oportunidad para preparar los mapas subregionales específicos de ZAEs para IyD. No obstante, se podrían presentar limitaciones en la precisión de las transferencias de tecnología, por las diferencias que podrían surgir entre las ZAEs nacionales y las subregionales.

La transferencia tecnológica (o “diseminación”) es de creciente importancia, no sólo por la internacionalización de los mercados de tecnología, sino también por las opciones estratégicas que se ofrecen para aquellos que definen las políticas de investigación. En este sentido, la metodología ayuda a explorar aspectos para decidir si se invierte o no en temas seleccionados o se importa tecnología de cualquier otra parte, por ejemplo de las mismas ZAEs (u otras) en otro país.

### 5.3.1. Armonización de los datos nacionales ZAE

La Figura 5.2. (a-f) presenta, para cada tema y país, los criterios de delimitación de los blancos biofísicos (ZAEs) definidos por los científicos nacionales. Los cuadros se acompañan con una sobreposición visual de las zonas nacionales para definir un esquema integrado subregional. Está claro que algunos temas de investigación en cada país están dirigidos a blancos biofísicos similares, como es el caso de algunos blancos de la investigación en el mejoramiento genético del arroz – Figura 5.2.a. Sin embargo, en otros temas existen más disparidades entre los blancos, como en el mejoramiento genético de frijol – Figura 5.2.b.

El enfoque de ZAEs específicas permite definir esquemas (definiciones y combinaciones de zonas) diferentes, tanto para cada tema a nivel regional como en cada país. Esto refleja las diferencias en las tecnologías desarrolladas, en la disponibilidad de los recursos naturales, en las capacidades y en las prioridades de investigación entre los países. Este procedimiento simple es muy útil para demostrar la complementariedad (o duplicación) potencial espacial de la investigación en los países de Mesoamérica. Estos criterios se pueden aplicar a una base de datos subyacente para generar mapas del impacto potencial de IyD en Mesoamérica (Figura 5.2. a-f). Por ejemplo, la Figura 5.3.c es un mapa con las áreas potenciales de la aplicación de nuevas variedades de maíz. El mapa muestra la distribución espacial de las ZAEs hacia las cuales uno o más países orientan (o planean dirigir) su investigación. También muestra el potencial de aplicar las variedades nuevas en la región donde aparecen dichas zonas. Por lo tanto, facilita visualizar:

- Dónde se aplicaría en un país la investigación llevada a cabo en él, por ejemplo, la del ICTA en Guatemala.
- Dónde se aplicaría en otros países la investigación llevada a cabo en un país. Por ejemplo, en qué países de Mesoamérica es aplicable la investigación del ICTA de Guatemala.
- Dónde se aplicaría en un país la investigación llevada a cabo en otros países. Por ejemplo, dónde puede ser aplicada en Guatemala la investigación realizada en los otros países de Mesoamérica.

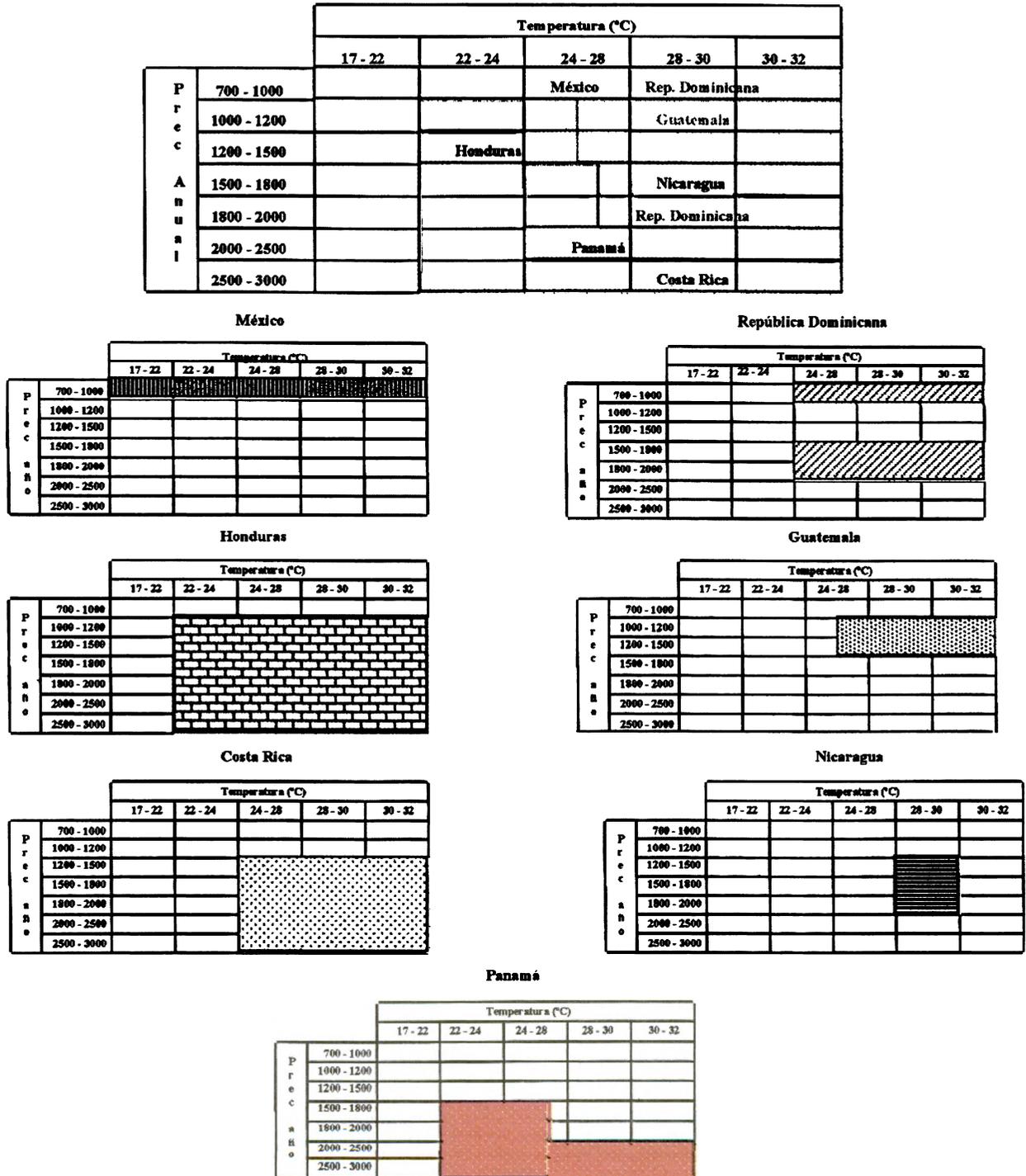


Figura 5.2.a. Mejoramiento Genético de Arroz.

Fuente: Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.

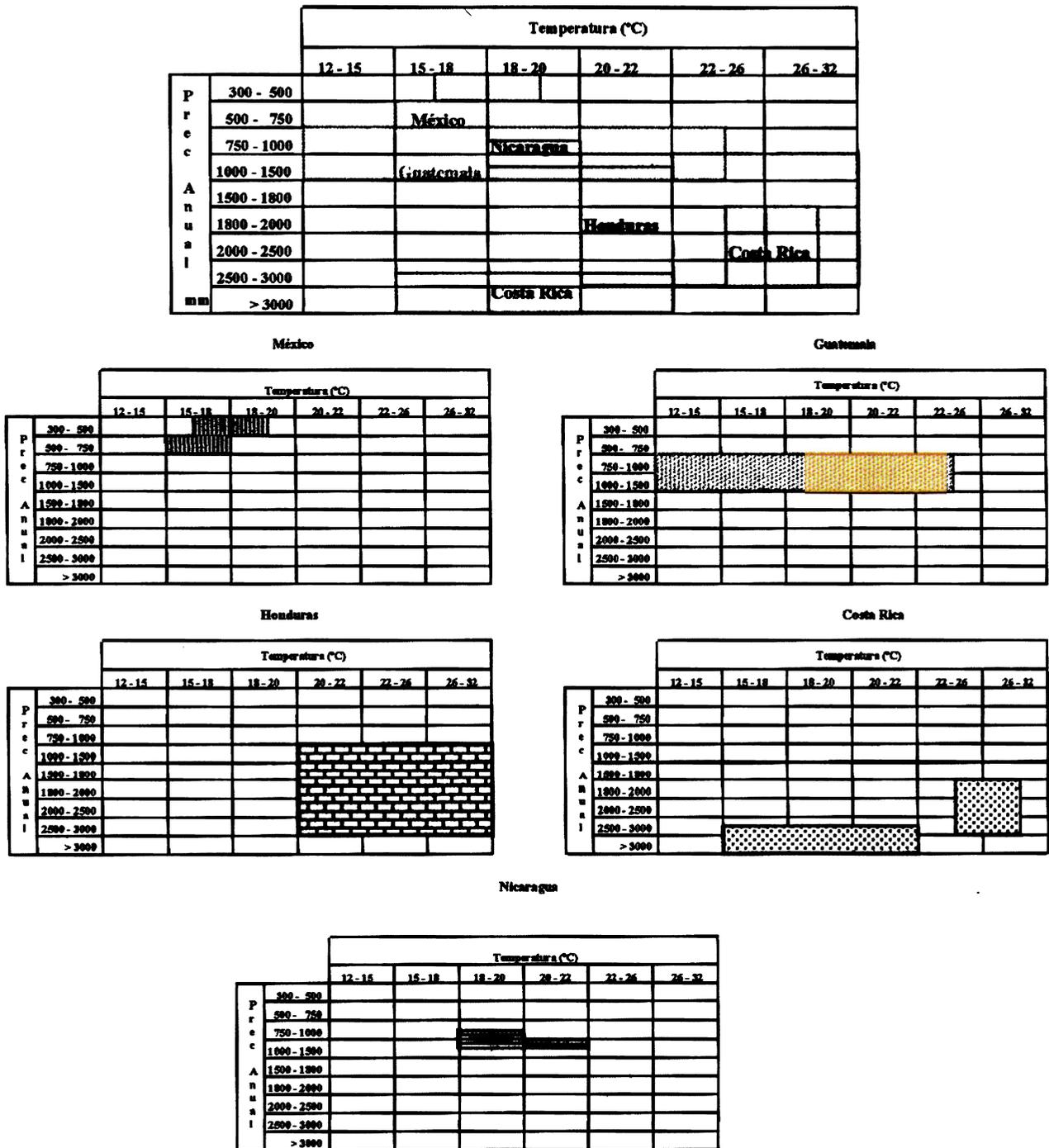


Figura 5.2.b. Mejoramiento Genético de Frijol.

Fuente: Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.

		Temperatura (°C)					
		13 - 15	15 - 18	18 - 22	22 - 26	26 - 30	30 - 32
P r e c i p i t u d i o	500 - 700		México		Nicaragua		
	700 - 1000						
	1000 - 1200				México		
	1200 - 1500						
	1500 - 1800			Guatemala			
	1800 - 2000						Honduras
	2000 - 2500						
	2500 - 3000					Costa Rica	
may	> 3000						

México

		Temperatura (°C)					
		13 - 15	15 - 18	18 - 22	22 - 26	26 - 30	30 - 32
P r e c i p i t u d i o	500 - 700						
	700 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1500						
	1500 - 1800						
	1800 - 2000						
	2000 - 2500						
	may	> 3000					

Guatemala

		Temperatura (°C)					
		13 - 15	15 - 18	18 - 22	22 - 26	26 - 30	30 - 32
P r e c i p i t u d i o	500 - 700						
	700 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1500						
	1500 - 1800						
	1800 - 2000						
	2000 - 2500						
	may	> 3000					

Nicaragua

		Temperatura (°C)					
		13 - 15	15 - 18	18 - 22	22 - 26	26 - 30	30 - 32
P r e c i p i t u d i o	500 - 700						
	700 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1500						
	1500 - 1800						
	1800 - 2000						
	2000 - 2500						
	may	> 3000					

Costa Rica

		Temperatura (°C)					
		13 - 15	15 - 18	18 - 22	22 - 26	26 - 30	30 - 32
P r e c i p i t u d i o	500 - 700						
	700 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1500						
	1500 - 1800						
	1800 - 2000						
	2000 - 2500						
	may	> 3000					

Honduras

		Temperatura (°C)					
		13 - 15	15 - 18	18 - 22	22 - 26	26 - 30	30 - 32
P r e c i p i t u d i o	500 - 700						
	700 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1500						
	1500 - 1800						
	1800 - 2000						
	2000 - 2500						
	may	> 3000					

Figura 5.2.c. Mejoramiento Genético de Maíz.

Fuente: Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.

		Temperatura (°C)				
		12 - 16	16 - 19	19 - 21	21 - 24	24 - 27
P r e c i p	1000 - 1300		Guatemala			
	1300 - 1500					
	1500 - 2000		Costa Rica			
	2000 - 2100			Nicaragua	Panamá	
	2100 - 2600					

Costa Rica

		Temperatura (°C)				
		12 - 16	16 - 19	19 - 21	21 - 24	24 - 27
P r e c i p	1000 - 1300					
	1300 - 1500					
	1500 - 2000					
	2000 - 2100					
	2100 - 2600					

Guatemala

		Temperatura (°C)				
		12 - 16	16 - 19	19 - 21	21 - 24	24 - 27
P r e c i p	1000 - 1300					
	1300 - 1500					
	1500 - 2000					
	2000 - 2100					
	2100 - 2600					

Nicaragua

		Temperatura (°C)				
		12 - 16	16 - 19	19 - 21	21 - 24	24 - 27
P r e c i p	1000 - 1300					
	1300 - 1500					
	1500 - 2000					
	2000 - 2100					
	2100 - 2600					

Panamá

		Temperatura (°C)				
		12 - 16	16 - 19	19 - 21	21 - 24	24 - 27
P r e c i p	1000 - 1300					
	1300 - 1500					
	1500 - 2000					
	2000 - 2100					
	2100 - 2600					

**Figura 5.2.d. Manejo Integrado de Plagas y Mejoramiento Genético de Papa.**

**Fuente:** Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.

		Temperatura (°C)					
		12-15	15-18	18-22	22-26	26-28	28-32
P r e c i s i o n e s	500 - 750					Rep. Dominicana	
	750 - 1000			México			
	1000 - 1200					Nicaragua	
	1200 - 1700						
	1700 - 2000						
	2000 - 2300			Costa Rica		Panamá	
	2300 - 2500						
	> 2500						

México

		Temperatura (°C)					
		12-15	15-18	18-22	22-26	26-28	28-32
P r e c i s i o n e s	500 - 750						
	750 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1700						
	1700 - 2000						
	2000 - 2300						
	2300 - 2500						
	> 2500						

Rep. Dominicana

		Temperatura (°C)					
		12-15	15-18	18-22	22-26	26-28	28-32
P r e c i s i o n e s	500 - 750						
	750 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1700						
	1700 - 2000						
	2000 - 2300						
	2300 - 2500						
	> 2500						

Nicaragua

		Temperatura (°C)					
		12-15	15-18	18-22	22-26	26-28	28-32
P r e c i s i o n e s	500 - 750						
	750 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1700						
	1700 - 2000						
	2000 - 2300						
	2300 - 2500						
	> 2500						

Panamá

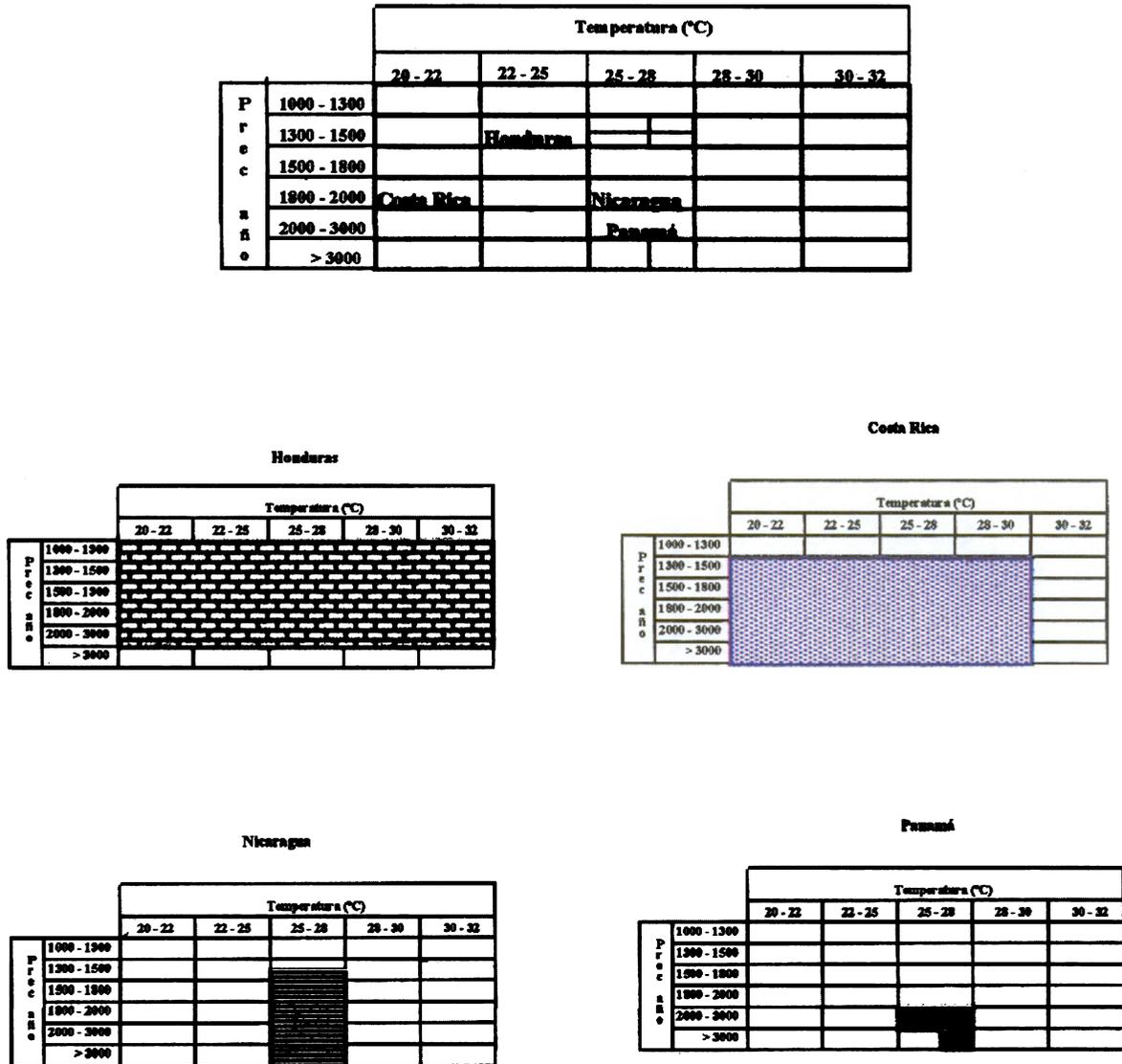
		Temperatura (°C)					
		12-15	15-18	18-22	22-26	26-28	28-32
P r e c i s i o n e s	500 - 750						
	750 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1700						
	1700 - 2000						
	2000 - 2300						
	2300 - 2500						
	> 2500						

Costa Rica

		Temperatura (°C)					
		12-15	15-18	18-22	22-26	26-28	28-32
P r e c i s i o n e s	500 - 750						
	750 - 1000						
	1000 - 1200						
	1200 - 1700						
	1700 - 2000						
	2000 - 2300						
	2300 - 2500						
	> 2500						

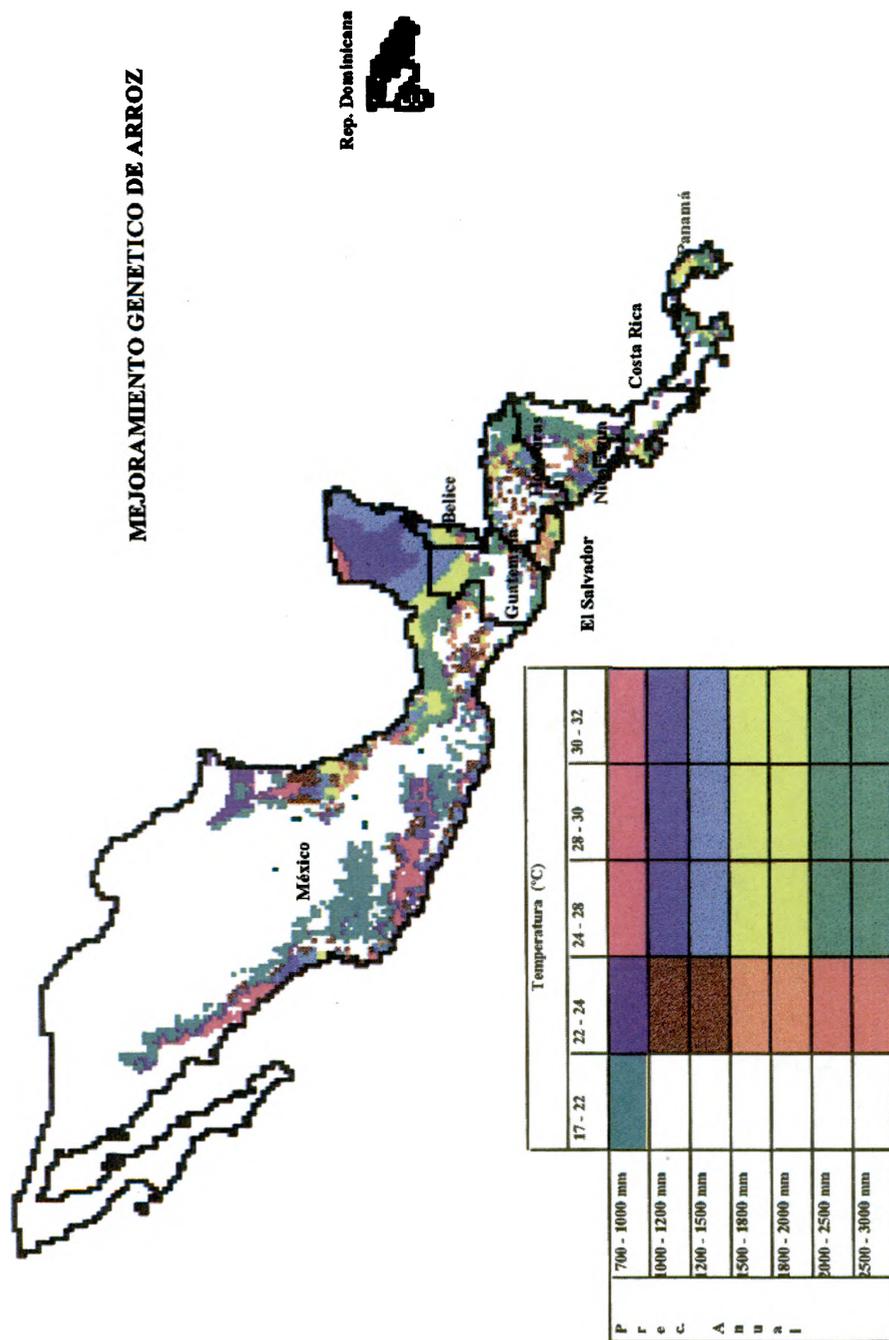
Figura 5.2.e. Manejo Integrado de Plagas y Mejoramiento Genético del Tomate.

Fuente: Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.



**Figura 5.2.f. Pastos y Forrajes y Mejoramiento Genético para Ganadería de Doble Propósito.**

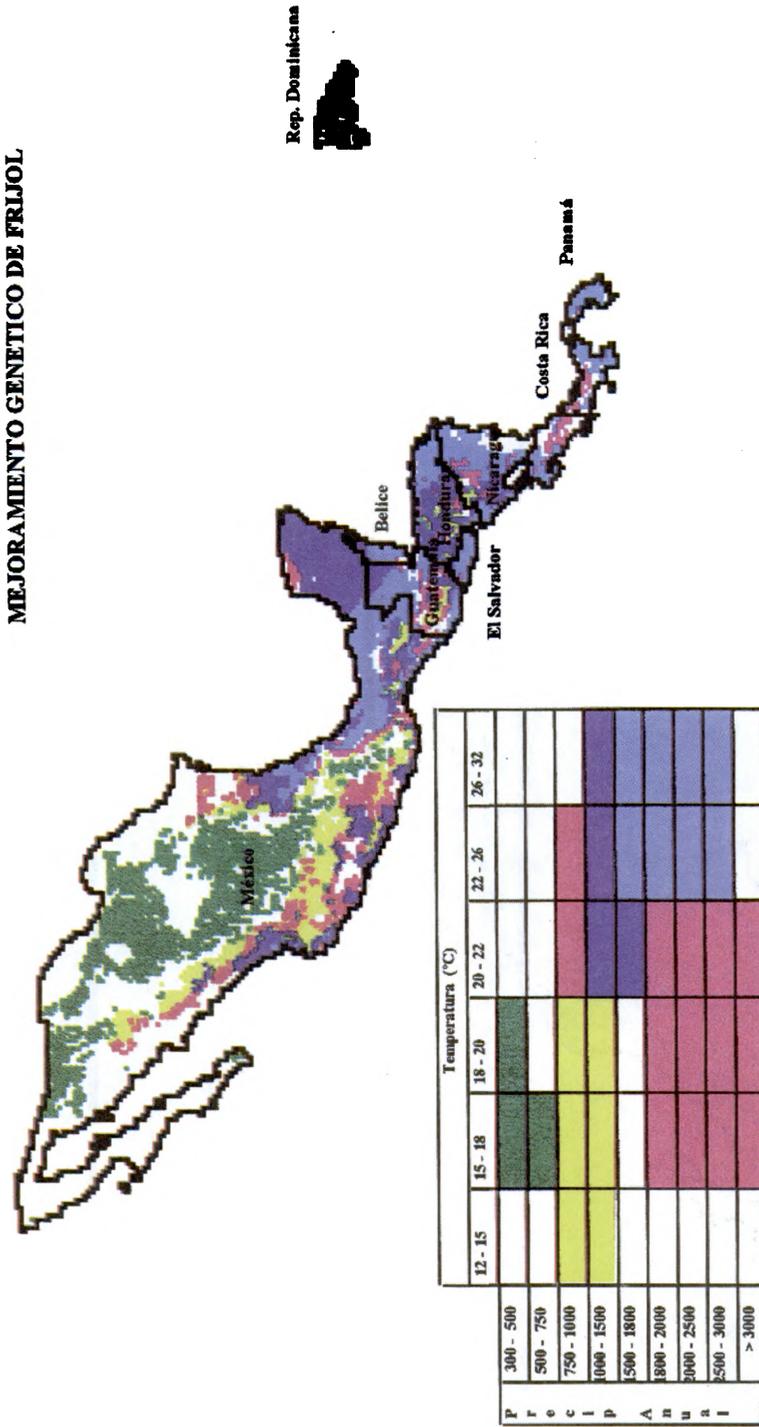
**Fuente:** Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.



**Figura 5.3.a. Mesoamérica: Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional.**

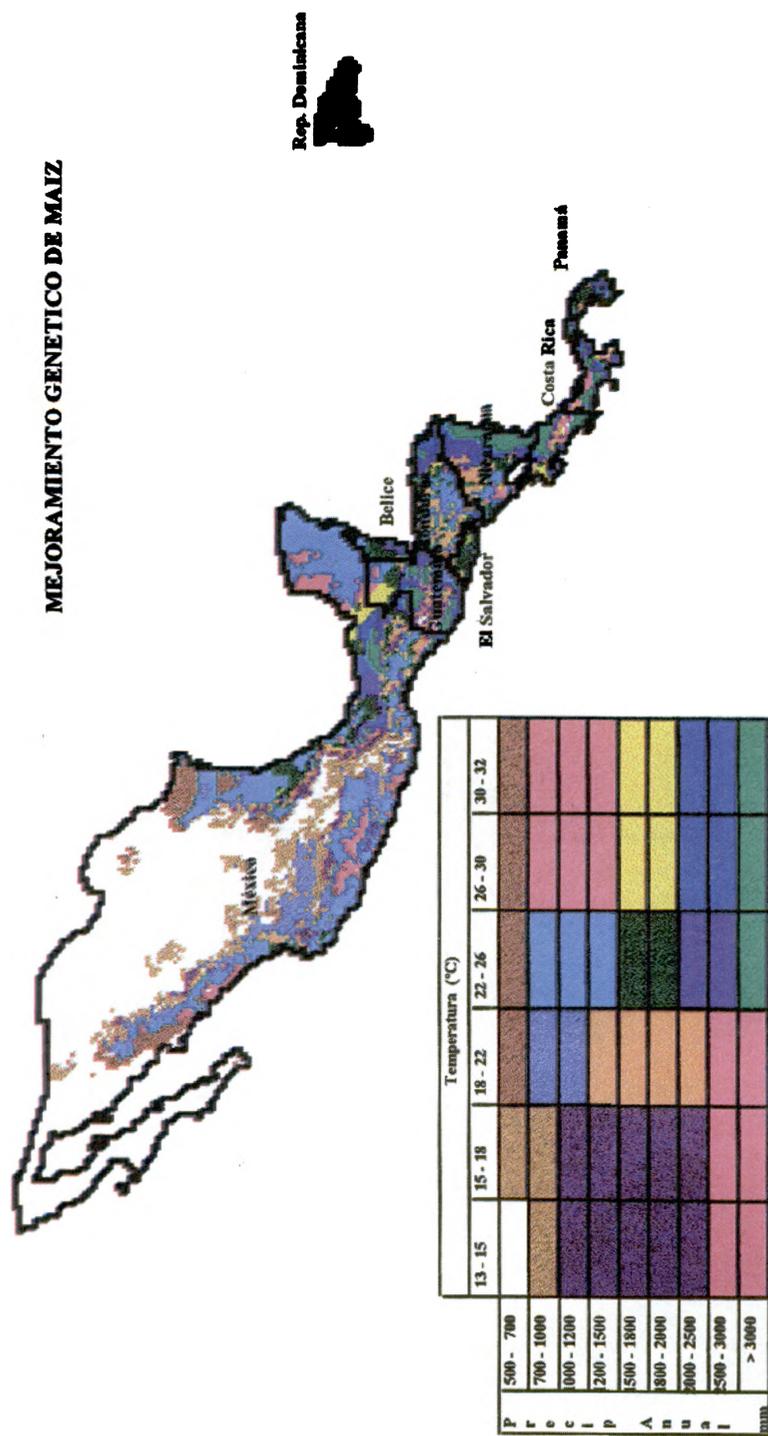
**Fuente:** Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.

**MEJORAMIENTO GENETICO DE FRJOL**



**Figura 5.3.h. Mesoamérica: Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional.**

**Fuente:** Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.



**Figura 5.3.c. Mesomórfica: Zonas Agroecológicas Específicas con Base en los Blancos Biofísicos de Investigación Nacional.**

**Fuente:** Proyecto IICA/BID (IBP-2). Elaborada por el Equipo Técnico Regional IFPRI/CIAT, con base en los criterios nacionales suministrados por el ETP de Mesoamérica.

Este tipo de información provee la base de un diálogo para explorar la colaboración en la investigación con los países vecinos, la cual podría tomar varias formas. Si dos países llevan a cabo investigaciones en los mismos temas, dirigidas a las mismas ZAEs, habría espacio para minimizar la duplicación del esfuerzo, financiar conjuntamente la investigación y compartir juntos las tecnologías desarrolladas. Además, es también relevante en el diálogo el rubro involucrado. Por ejemplo, habría pocos incentivos en compartir tecnologías para mejorar la productividad en rubros de exportación en los que los países compiten. Sin embargo, para rubros de consumo básico los incentivos para colaborar serían mayores. En particular, si dos países están dirigiendo sus investigaciones a zonas diferentes y esas zonas existen en ambos países, tendría sentido agrupar los resultados de las investigaciones e intercambiar las tecnologías. Existen otras posibilidades; no obstante, para aprovechar oportunidades de la investigación colaborativa es indispensable disponer de información como mapas de ZAEs específicas de nuevas tecnologías que ayuden a identificar incentivos para establecer un diálogo entre los países sobre las posibilidades de la investigación colaborativa.



## 6. EVALUACION DE LOS TEMAS DE INVESTIGACION SELECCIONADOS

Este capítulo presenta los principales resultados de la evaluación de los temas de investigación subregional de interés común que se presentaron en el Cuadro 3.1.

### 6.1. Representación del Mercado y del Comercio

Hay varias decisiones que tomar antes de ejecutar el análisis:

1. Cuál modelo de mercado sería el más apropiado para la combinación del producto y la tecnología definida para cada tema.
2. Cómo manejar el desequilibrio de la producción y el consumo para los productos involucrados, es decir, cómo representar el comercio externo para mantener el equilibrio entre la oferta y la demanda total.
3. El nivel de agregación de la producción y el consumo en cada país.

Como se describió en el Capítulo 4, es importante definir los escenarios de análisis más apropiados para los productos y sistemas de producción bajo los cuales se generan las nuevas tecnologías, así como también su naturaleza. Para ayudar a esta definición es útil tener una comprensión global de la estructura del mercado de cada producto. En el Cuadro 6.1 se muestra la producción y el consumo para cada uno de los productos considerados y para los países que participan en la evaluación de un tema de investigación de los mismos (por ejemplo, en arroz participan ocho países, en maíz sólo seis); el grupo de países que participaron en frijol y maíz resultaron (en el período base de análisis 1991-1993) exportadores netos, mientras que el grupo de arroz y de leche fueron importadores netos, en el mismo período base. En papa el grupo de países participantes en el análisis fueron importadores netos en 1994. Por otra parte, los países participantes en el tema de mejoramiento genético (MG) de tomate (Costa Rica, El Salvador y Nicaragua) resultaron importadores netos en 1994, mientras que los que participaron en el manejo integrado de plagas (MIP) de tomate (Costa Rica, México y Nicaragua) resultaron exportadores netos en 1994.

#### 6.1.1. Opción de análisis elegida

Desde el primer taller del proyecto para Mesoamérica, se decidió aplicar el modelo de multi-mercados horizontales para evaluar los temas de investigación elegidos (Medina Castro 1996) y estudiar explícitamente la interacción del cambio tecnológico y el comercio internacional de los productos correspondientes a dichos temas elegidos. En este caso, en el modelo se define un número de regiones de mercado -pueden haber varias en un mismo país- y se evalúan los efectos simultáneos de los impactos de las nuevas tecnologías aplicadas en todas las regiones de mercado. Para efectuar el análisis es necesario que la producción total, de todas las regiones, sea igual al consumo total; sin embargo, no es necesario que exista equilibrio entre la producción y el consumo en cada región. El modelo calcula los precios anuales para cada región de mercado considerando el estado de todos los mercados simultáneamente (endógenamente). Mientras los precios en cada región fluctúan juntos hacia arriba o abajo (porque el comercio equilibra los precios) el modelo de *DREAM* permite que se mantengan diferencias estructurales en los precios.

De acuerdo con la información del Cuadro 6.1, existe desequilibrio agregado entre la producción y el consumo para los productos considerados. Entonces, para modelar el comercio de Mesoamérica con el resto del mundo (RDM) existen tres posibilidades. La primera es crear una región externa a Mesoamérica, la que en el período base consume todas las exportaciones netas o produce todas las importaciones netas. Esta representa una región “virtual” que mantiene los totales de producción y consumo en equilibrio. Una segunda posibilidad es definir a la región externa como el RDM y considerar la producción mundial = consumo mundial. La producción del RDM consiste en la producción mundial menos la de “Mesoamérica” y similarmente se define el consumo del RDM. La tercera posibilidad sería tomar en cuenta los países claves con que comercian los países mesoamericanos; en tal caso, sería necesario obtener los datos pertinentes a la producción, el consumo y el comercio para estos países en el período base.

Para los propósitos de este estudio, se decidió usar una sola región de equilibrio externa que equilibra las importaciones o exportaciones netas, para todos los casos, con lo cual se redujeron los requisitos de datos<sup>7</sup>.

### 6.1.2. Desagregación de la producción a nivel subnacional

El impacto de la tecnología variará según las circunstancias en que se adopte y se utilice. Cuando se consideraron las diferencias biofísicas más importantes dentro de un país, los científicos nacionales identificaron las diferentes ZAEs (a partir de la perspectiva de los impactos potenciales de las nuevas tecnologías), así como la proporción de la producción nacional que proviene de cada zona en el período base. Estos datos se usan para definir las diferentes **regiones de producción** a nivel subnacional, las que pueden tener sus propias tecnologías, adopción y características del mercado. Cuando se desagrega un país en varias subregiones de producción, no es conveniente desagregar al mismo tiempo el consumo en ellas y, por lo tanto, se define una sola región nacional de consumo.

Aunque no se considera en este estudio, es posible desagregar adicionalmente a los productores (campesinos y comerciales, por ejemplo) y los consumidores (pobres rurales y urbanos, por ejemplo), si estos grupos tienen características distintas desde el punto de vista de la adopción o el impacto de la nueva tecnología, o si existe un objetivo importante de evaluación para medir la distribución social de los impactos del cambio tecnológico.

## 6.2. Resumen de los Datos del Modelo

En el Anexo 4, se presentan los cuadros (A.4.1.- A.4.8) que detallan la integración final de los datos. En cada cuadro aparecen los valores utilizados como insumo para el modelo de evaluación

---

<sup>7</sup> En el Anexo 6, se presenta un ejemplo de cómo cambian los resultados al definir la región externa como el RDM, en el caso de MG de Arroz.

**Cuadro 6.1. Hoja de Balance de Alimentos para Mesoamérica.**

Producto	País	Producción (promedio 1991-1993) (1000t)	Consumo aparente (1000t)	Producción menos consumo aparente (exportaciones netas) (1000t)
Arroz	Costa Rica	224.03	252.29	-28.26
Arroz	El Salvador	69.30	94.69	-25.39
Arroz	Guatemala	45.93	61.56	-15.63
Arroz	Honduras	96.83	105.68	-8.85
Arroz	México	343.00	683.70	-340.70
Arroz	Nicaragua	129.17	181.25	-52.08
Arroz	Panamá	201.30	202.55	-1.25
Arroz	Rep. Dominicana	508.53	528.18	-19.65
Arroz	Total	1618.09	2109.90	-491.81
Frijol	Costa Rica	34.40	32.40	2.00
Frijol	El Salvador	63.70	64.30	-0.60
Frijol	Guatemala	111.00	102.60	8.40
Frijol	Honduras	61.10	56.60	4.50
Frijol	México	1128.70	1018.60	110.10
Frijol	Nicaragua	60.10	56.60	3.50
Frijol	Total	1459.00	1331.10	127.90
Maíz	Costa Rica	53.37	301.50	-248.13
Maíz	El Salvador	613.33	566.17	47.16
Maíz	Guatemala	1318.93	1169.43	149.50
Maíz	Honduras	577.33	530.13	47.20
Maíz	México	16435.43	14095.83	2339.60
Maíz	Nicaragua	233.17	199.93	33.24
Maíz	Total	20690.56	18194.09	2496.47
Papa <sup>1/</sup>	Costa Rica	43.20	54.60	-11.40
Papa <sup>1/</sup>	El Salvador	8.00	14.40	-6.40
Papa <sup>1/</sup>	Guatemala	9.00	35.00	-26.00
Papa <sup>1/</sup>	Nicaragua	28.00	40.90	-12.90
Papa <sup>1/</sup>	Panamá	17.00	17.90	-0.90
Papa	Total	105.20	162.80	-57.60
Tomate <sup>1/</sup>	Costa Rica	26.00	25.90	0.10
Tomate <sup>1/</sup>	El Salvador	18.00	24.00	-6.00
Tomate <sup>1/</sup>	México	1368.30	1130.00	238.30
Tomate <sup>1/</sup>	Nicaragua	34.00	33.00	1.00
Tomate	Total	1551.50	1375.70	175.80
Leche	Costa Rica	476.40	720.40	-244.00
Leche	El Salvador	338.50	430.50	-92.00
Leche	Guatemala	246.80	416.10	-169.30
Leche	Total	2647.20	2975.70	-328.50

**Fuente:** Naciones Unidas: CEPAL. "Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe 1980-1994", enero 1996. CORECA, "Granos Básicos en Centroamérica Información Estadística 1990-1996", mayo 1997.

<sup>1/</sup> Datos para 1994.

*DREAM*. Cada cuadro es un tema de evaluación y cada fila es una “región” o “mercado” distinto. La cantidad de filas depende de los países involucrados en el tema y de la desagregación de sus distintas regiones de producción o de mercado. Si no hay desagregación subnacional, una fila es suficiente para incluir los datos de producción y consumo y las características de investigación y adopción del país.

Si en un país se desagrega la investigación en distintas regiones, se especifica:

- Una fila para cada región. Cada fila tiene los datos sobre la proporción de producción nacional en la región y las otras características de la producción, tecnología y adopción. Las filas no tienen información sobre el consumo.
- En la fila con el nombre del país se describen las características del consumo nacional.

Por ejemplo, en el caso de mejoramiento genético de maíz se definen cuatro regiones para Nicaragua: tres de producción y una de consumo. Además se considera otra región de producción para el resto del país.

El Cuadro 6.2 y la Figura 6.1.a-d contienen un resumen de los parámetros técnicos claves a nivel de país y de subregión para todos los países y temas principales: MG de arroz, maíz, frijol, papa y tomate; MIP de papa y tomate y pastos y forrajes (PyF) para producción de leche.

Para hacer este cuadro fue necesario construir parámetros técnicos nacionales promedios para aquellos casos en que los países fueron divididos en regiones de producción múltiple. Los promedios nacionales mostrados en el cuadro fueron calculados ponderándolos con los valores regionales de participación en la producción nacional.

De acuerdo con la información del Cuadro 6.2 y la Figura 6.1.a – 6.1.d, las tecnologías para PyF-leche resultaron, en promedio, las que presentan la máxima reducción del costo unitario en promedio (185.9%), mientras que las nuevas variedades de arroz consideradas presentan la reducción mínima, en promedio (18%). De todas las tecnologías nuevas, las de pastos y forrajes para producción de leche con ganado de doble propósito, son las que tienen una menor probabilidad de éxito en obtenerse (66.7%), mientras que las nuevas variedades de tomate son las que tienen mayor probabilidad de obtenerse (96.7%). Por otra parte, de las tecnologías consideradas, las nuevas variedades de tomate (de mesa) son las más rápidas en obtenerse (1.5 años en promedio), mientras que las nuevas tecnologías de MIP de tomate son las que tardan más en desarrollarse (6.3 años en promedio), junto con las de pastos y forrajes (5.3 años en promedio).

Finalmente, las tecnologías que tienen mayores niveles de adopción para las regiones de producción a las que se destinaron son las de MIP de tomate (techo de adopción promedio de 82.5%) y las que tienen menor nivel de adopción son las de pastos y forrajes (techo de adopción promedio de 56.9%).

**Cuadro 6.2. Mesoamérica: Información Técnica y Económica de Temas de Investigación.**

TEMAS	PAISES	I&D			ADOPCION		% prod. nacional afectada
	Nombre 1	K Pot 2 (%)	Prob. de éxito 3 (%)	Tiempo lyD 4 (año)	Tiempo máx. adop. 5 (año)	Techo 6 (%)	
<b>Mejoramiento genético de arroz</b>							
	Costa Rica	5.4	90.0	3.4	3.0	75.9	83.7
	El Salvador	9.1	95.0	6.0	4.0	60.0	100.0
	Guatemala	22.0	90.0	7.0	2.0	80.0	41.1
	Honduras	32.0	75.0	4.0	2.0	80.0	33.4
	México	39.2	90.0	5.0	5.0	100.0	7.1
	Nicaragua	16.9	72.0	5.0	2.0	76.0	58.1
	Panamá	9.7	90.0	5.0	3.0	80.0	100.0
	República Dominicana	10.0	95.0	2.0	1.0	95.0	86.0
	<b>Promedio</b>	<b>18.0</b>	<b>87.1</b>	<b>4.7</b>	<b>2.8</b>	<b>80.9</b>	
	<b>Desv. Est</b>	<b>12.2</b>	<b>8.7</b>	<b>1.5</b>	<b>1.3</b>	<b>12.3</b>	
<b>Mejoramiento genético de frijol</b>							
	Costa Rica	52.3	90.0	4.0	1.0	75.0	93.2
	El Salvador	393.3	60.0	2.0	4.0	30.0	1.8
	Guatemala	24.2	90.0	5.0	1.7	87.1	17.2
	Honduras	18.0	85	3.0	2.0	80.0	100.0
	México	147.1	100.0	6.0	1.0	100.0	6.5
	Nicaragua	2.6	85.0	3.0	2.0	70.0	10.8
	<b>Promedio</b>	<b>106.3</b>	<b>85.0</b>	<b>3.8</b>	<b>2.0</b>	<b>73.7</b>	
	<b>Desv. Est</b>	<b>149.8</b>	<b>13.4</b>	<b>1.5</b>	<b>1.1</b>	<b>23.8</b>	
<b>Mejoramiento genético de maíz</b>							
	Costa Rica	41.1	90.0	3.0	1.0	79.4	53.0
	El Salvador	33.8	100.0	2.5	3.3	53.9	21.8
	Guatemala	124.0	60.0	5.5	4.0	60.2	18.6
	Honduras	61.9	95.0	3.0	1.9	93.7	38.7
	México	136.0	100.0	3.0	1.0	19.1	14.1
	Nicaragua	21.9	75.0	5.0	1.9	83.2	76.0
	<b>Promedio</b>	<b>69.8</b>	<b>86.7</b>	<b>3.7</b>	<b>2.2</b>	<b>64.9</b>	
	<b>Desv. Est</b>	<b>48.6</b>	<b>16.0</b>	<b>1.2</b>	<b>1.2</b>	<b>26.9</b>	
<b>Mejoramiento genético de papa</b>							
	Costa Rica	31.7	90.0	3.0	3.0	75.0	100.0
	Nicaragua	25.7	90.0	2.7	2.0	52.6	21.8
	Panamá	51.4	90.0	4.0	3.0	50.0	100.0
	<b>Promedio</b>	<b>36.2</b>	<b>90.0</b>	<b>3.2</b>	<b>2.7</b>	<b>59.2</b>	
	<b>Desv. est.</b>	<b>13.5</b>	<b>0.0</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>	<b>13.7</b>	

Cont. Cuadro 6.2.

TEMAS	PAISES	I&D			ADOPCION		% prod. nacional afectada 7
	Nombre 1	K Pot 2	Prob. de éxito 3	Tiempo IyD 4	Tiempo máx. adop. 5	Techo 6	
		(%)	(%)	(año)	(año)	(%)	
<b>Manejo integrado de plagas de papa</b>							
	Costa Rica	31.7	90.0	3.0	3.0	72.7	100.0
	El Salvador	23.4	80.0	2.0	1.0	85.1	46.0
	Nicaragua	40.0	60.0	2.0	2.0	80.0	32.1
	Guatemala	48.1	100.0	3.0	2.4	83.6	100.0
	Panamá	88.8	90.0	4.0	2.0	60.0	100.0
	Promedio	46.4	84.0	2.8	2.1	76.3	
	Desv. Est.	25.5	15.2	0.8	0.7	10.3	
<b>Mejoramiento genético de tomate</b>							
	Costa Rica	15.7	100.0	2.1	1.5	80.0	100.0
	El Salvador	86.1	90.0	1.5	1.0	70.9	31.8
	Nicaragua	75.6	100.0	1.0	1.0	70.0	26.3
	Promedio	59.1	96.7	1.5	1.2	73.6	
	Desv. Est.	38.0	5.8	0.6	0.3	5.5	
<b>Manejo integrado de plagas de tomate</b>							
	Costa Rica	86.7	100.0	10.0	1.5	77.5	92.3
	México	333.0	90.0	8.0	2.0	90.0	0.6
	Nicaragua	93.7	60.0	1.0	1.5	80.0	18.8
	Promedio	171.1	83.3	6.3	1.7	82.5	
	Desv. Est.	140.2	20.8	4.7	0.3	6.6	
<b>Pastos y forrajes de leche</b>							
	Costa Rica	23.5	70.0	3.0	1.6	64.2	100.0
	El Salvador	233.1	60.0	8.0	5.1	53.3	11.5
	Guatemala	301.0	70.0	5.0	3.1	53.3	12.6
	Promedio	185.9	66.7	5.3	3.3	56.9	
	Desv. est.	144.7	5.8	2.5	1.8	6.3	

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.

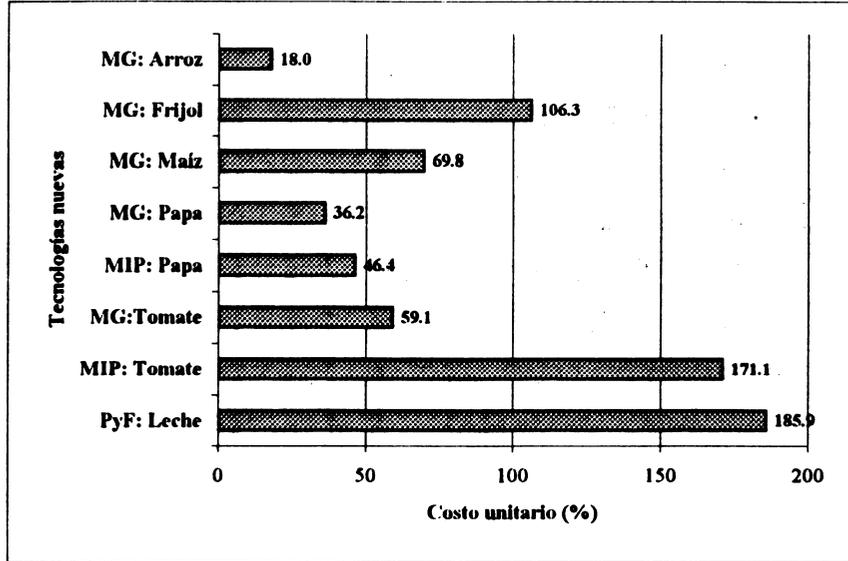


Figura 6.1.a. Reducción Potencial del Costo Unitario por Tecnología ( $K_{poD}$ ).

Fuente: Cuadro 6.2.

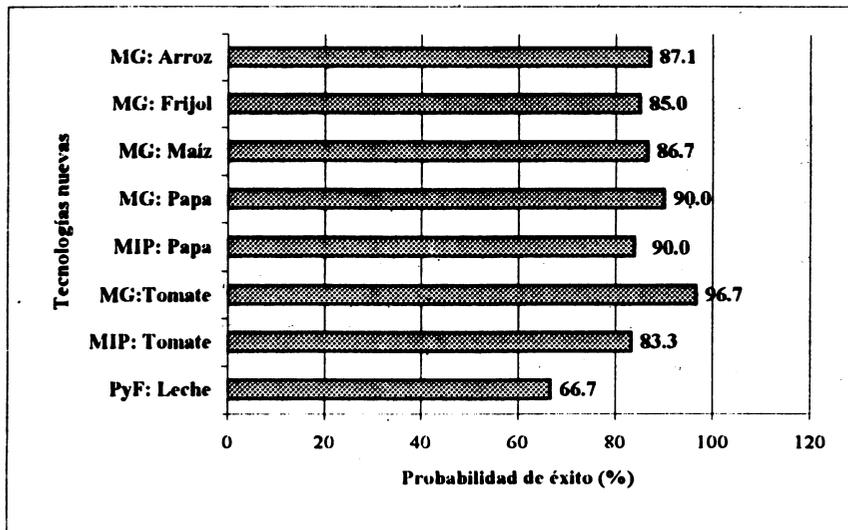


Figura 6.1.b. Probabilidad de Exito por Tecnología.

Fuente: Cuadro 6.2.

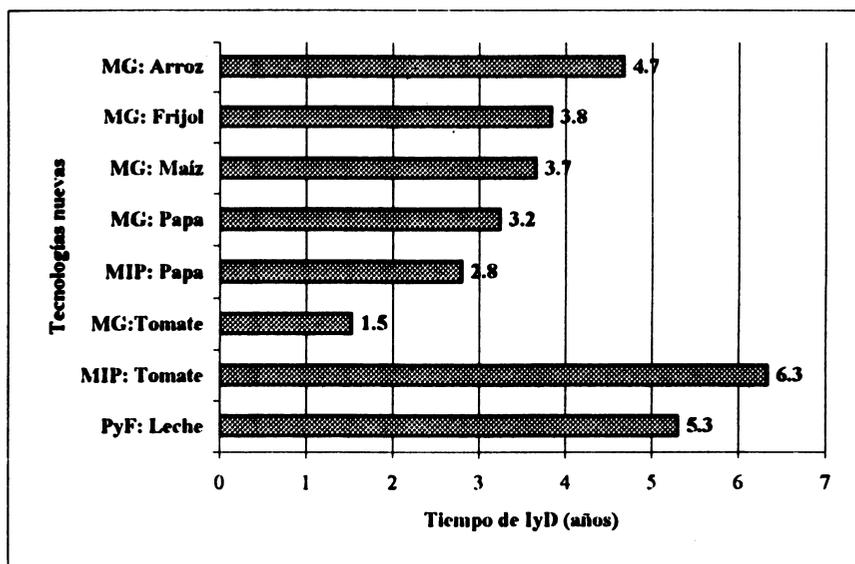


Figura 6.1.c. Tiempo de IyD por Tecnología.

Fuente: Cuadro 6.2.

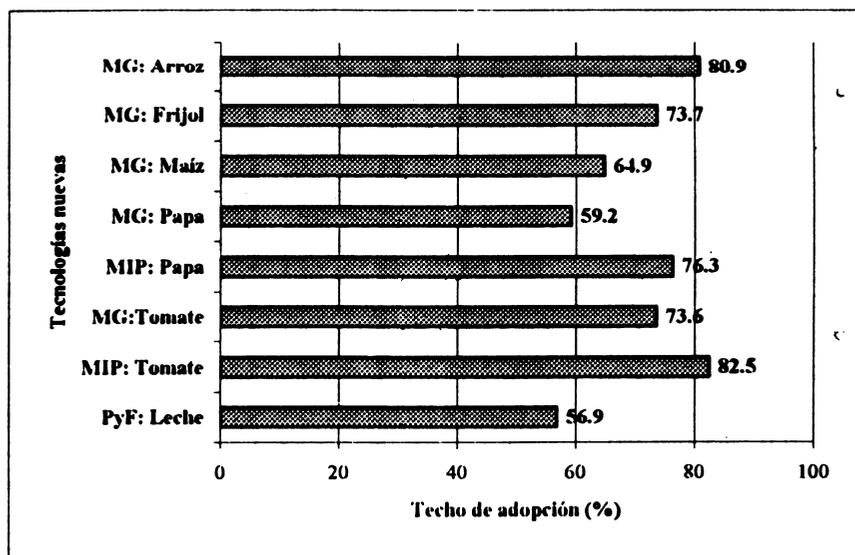


Figura 6.1.d. Techo de Adopción por Tecnología.

Fuente: Cuadro 6.2.

### 6.3. Operación del Programa *DREAM*

El Programa *DREAM* para *Windows* fue desarrollado por el IFPRI para apoyar la evaluación económica de los impactos potenciales de la investigación agropecuaria. El desarrollo de la versión actual en el ambiente *Windows 95* fue posible gracias al apoyo del BID, el IICA, el CIAT y el mismo IFPRI. El concepto y uso del modelo se describen en el Manual del *DREAM* (Wood y Baitx 1998). La interfase con el usuario se maneja en inglés y en castellano.

El programa identifica cada evaluación con un escenario (por ejemplo, MG de arroz). En cada escenario se definen las regiones y el producto involucrado, el tipo de mercado, el año base, el período de la simulación y la tasa real de descuento para calcular los valores actuales de los beneficios y costos. Además, se pueden definir las agrupaciones de regiones que son útiles para la presentación de los resultados, por ejemplo, para agrupar los resultados de las subregiones de Honduras en un grupo.

En la pantalla de mercados, se introducen los datos para producción y consumo necesarios para la región definida. Los datos introducidos dependen del tipo de mercado definido para el escenario, pero en el caso de mercados múltiples horizontales se incluyen cantidades, precios, elasticidades, crecimiento exógeno, e impuesto o subsidio. Existe la posibilidad de introducir distintos valores iniciales y finales de algunos parámetros, y el modelo ajusta automáticamente, para cada año, los valores de dichos parámetros.

Los parámetros relacionados con el impacto potencial de la tecnología se introducen en la pantalla de *IyD*. Ahí se define el tipo de impacto en la oferta o en la demanda, el tiempo de la *IyD*, el desplazamiento potencial si la investigación fuera exitosa y la probabilidad de su éxito. Existe la posibilidad de introducir los datos de desplazamiento en términos de cambios en costos o en rendimientos. En la pantalla también se pueden definir tipos de cambio tecnológico que cambian con el tiempo. Un punto importante de esta pantalla es que está concebida para caracterizar el impacto de la investigación en términos de la diferencia entre las situaciones *con* y *sin* investigación.

La pantalla de adopción permite al usuario seleccionar la forma de la curva de adopción, así como especificar el techo de adopción y el tiempo necesario para alcanzarlo. Existe también la posibilidad de definir la desadopción de la tecnología.

Una característica del modelo *DREAM*, no utilizada en este estudio, es la posibilidad de representar la transferencia de tecnología.

Los resultados de una evaluación se muestran en la pantalla de resultados, donde se dispone de varios resúmenes de los resultados, ya sea por región o por grupo de regiones, y para todo el escenario.

## 6.4. Descripción de la Evaluación Individual de los Temas

### 6.4.1. Contexto de las evaluaciones

Para colocar los resultados de las evaluaciones en un contexto adecuado, conviene hacer cuatro tipos de observaciones respecto a: el conjunto de tecnologías, las características comunes de los escenarios de análisis, algunos casos de beneficios “negativos” a productores, y la transferencia de tecnología.

#### 6.4.1.1. Conjunto de tecnologías

Conviene enfatizar que en este estudio sólo se evalúa el grupo de tecnologías que se presentan en los cuadros 3.2. a 3.9. Por lo general, éstas sólo constituyen una parte de las tecnologías nuevas que se generan en cada país y, usualmente, sólo afectan una parte de la producción del mismo en el año base (ver Cuadro 6.2.). Por ejemplo, en el caso de mejoramiento genético de arroz, sólo se evalúan las nuevas variedades para Mesoamérica que se presentan en el Cuadro 2.2.

#### 6.4.1.2. Características comunes de los escenarios

Para la evaluación de cada tema se consideraron las siguientes características. En cada país se definieron regiones de mercado de uno o más de los cuatro tipos siguientes:

- de producción con generación y/o adopción de tecnología
- de consumo solamente
- de producción (sin generación y/o adopción de tecnología)
- de consumo y producción, con generación y adopción de tecnología

#### Beneficiarios potenciales

- Son los productores o consumidores de las regiones de mercado consideradas.

Las regiones de mercado para cada tecnología se muestran en los cuadros del Anexo 4. Las regiones varían de acuerdo con la tecnología analizada y los países que participan en la evaluación correspondiente. Los resultados de beneficios potenciales netos y brutos se agregaron por país (también se muestran desagregados en el Anexo 7).

#### Se asume:

- Libre comercio entre los países de Mesoamérica y una región que equilibra las importaciones o exportaciones netas.
- Un período de evaluación de 15 años.
- Una tasa de descuento de 10%.
- Crecimiento exógeno de la oferta: 2% anual en todos los países.
- Crecimiento exógeno de la demanda: al ritmo de la población de cada país.
- Año base 1992 ó 1994 (depende de la disponibilidad de información de mercados para todos los países).

- Elasticidades de la oferta y la demanda: se asume que toman el valor 1, para todos los países y los productos.
- La oferta crece a un 2% anual en la región externa de equilibrio cuando fue exportadora, mientras que la demanda en dicha región de equilibrio crece al 1% anual cuando es importadora neta.

#### 6.4.1.3. Beneficios “negativos”

Bajo libre comercio, un cambio tecnológico en un país A que desplaza su oferta también induce un cambio de precios en el país B. Así, cuando los precios tienden a reducirse en A también lo hacen en B y, por consiguiente, se incrementa el excedente del consumidor en A y en B (ver Figura 4.10.b). Por otra parte, el mismo cambio tecnológico en A puede aumentar o disminuir el excedente del productor en B; depende, *inter alia*, de la rapidez en generarse y/o adoptarse tecnología nueva en B, en relación con A. En particular cuando, *ceteris paribus*, se desarrolla y adopta una innovación en A que afecta a determinado producto, pero no se desarrolla o adopta en B y existe libre comercio, los precios se reducen en A y B, pero los productores en B reducen su excedente con respecto a la situación “pre-innovativa”. En este sentido, el beneficio que resulta de sustraer el excedente del productor en la situación “post-innovativa” el de la “pre-innovativa” es negativo, o sea que las ganancias de los productores serían mayores sin la nueva tecnología. En general, en el modelo de multimercados, beneficios negativos para productores se presentan en regiones donde el impacto esperado de la nueva tecnología es pequeño o los niveles de adopción son bajos o la velocidad de adopción (i.e., el tiempo para llegar al techo de adopción) es lenta. Bajo libre comercio los productores tienen mayor presión para adoptar rápidamente tecnologías nuevas y reducir costos unitarios, ya sea mediante el aumento de los rendimientos o la reducción de los costos de producción.

#### 6.4.1.4. Transferencia de tecnología

En este estudio no se analiza la transferencia de tecnología entre diversas ZAEs o países. Sin embargo, los resultados toman en cuenta las transferencias de precio de un país o región a otros, inducidas por la generación y la adopción de nuevas tecnologías en dicho país. (Véase Medina Castro y Wood 1998, para una descripción del efecto de la transferencia de tecnología en los precios).

A continuación se muestran las evaluaciones de los temas de investigación subregionales de interés común. Sólo se evalúan los temas: MG de arroz, frijol, maíz, papa y tomate, así como MIP para papa, tomate y pastos y forrajes para la producción de leche.

### 6.4.2. Mejoramiento genético de arroz

De acuerdo con el Cuadro 6.3 y la Figura 6.2, la República Dominicana tiene el mayor potencial para realizar beneficios de las nuevas variedades de arroz incluidas en este análisis. Esto se debe, en parte, a que en el período 1991-1993 dicho país fue el mayor productor y el segundo consumidor de arroz de Mesoamérica (Cuadro 6.1). Al mismo tiempo, tiene la capacidad de implementar tecnologías que incrementan el rendimiento de aproximadamente el 90% de su producción (Cuadro 6.2.) en un período relativamente corto. Vale la pena notar, a partir del Cuadro 6.3, que también la República Dominicana tiene el VAN por tonelada más alto (US\$ 183.4), mientras que El Salvador tiene el más bajo (US\$ 44.7).

Aunque México fue el segundo productor de arroz de Mesoamérica, durante el período base (1991-1993), no se visualizan importantes beneficios para los productores, en parte porque las nuevas variedades previstas para desarrollar en México, incluidas en este análisis, sólo afectan el 7.1% de la producción nacional en ese período y tienen períodos de generación y adopción relativamente largos. De hecho, la eficiencia para capturar beneficios (VAN por tonelada, US\$45.9) de México es de las más bajas. Por otra parte, durante el período México fue el mayor consumidor de arroz de la subregión. Por consiguiente, los consumidores ahí tienen el mayor potencial para beneficiarse del cambio tecnológico propio y de los demás países (es decir, se benefician de la reducción relativa de precios que genera el cambio tecnológico propio y el de los demás países, bajo libre comercio).

Por otra parte, sólo en los casos de Honduras, Nicaragua, Panamá y la República Dominicana los productores pueden capturar potencialmente mayores beneficios que los consumidores, para el conjunto de nuevas variedades de arroz consideradas. Sin embargo, en la medida en que las elasticidades de los consumidores sean menores que las de los productores, es probable que realmente los beneficios de los consumidores excedan a los de los productores. Finalmente, el impacto potencial de las nuevas tecnologías consideradas en El Salvador y Guatemala es relativamente bajo, ya que las variedades generadas en ellos tienen períodos de generación (de seis años y siete años, respectivamente) relativamente largos (Cuadro 6.2). Adicionalmente, en El Salvador el techo de adopción de las nuevas variedades estudiadas (60%) es menor que en los demás países.

#### **6.4.3. Mejoramiento genético de frijol**

De acuerdo con el Cuadro 6.4. y la Figura 6.3, México tiene el mayor potencial para capturar beneficios de nuevas variedades de frijol, con respecto a todo Mesoamérica. Este resultado no sorprende, ya que la producción y el consumo de frijol, en el período base (1991-1993), excede a la de Mesoamérica en más de tres veces (Cuadro 6.1). Adicionalmente, según el Cuadro 6.2, las variedades generadas en México tienen un alto potencial para reducir el costo unitario de producción (147.1%), una alta probabilidad de realizarse y un alto nivel (techo) potencial de adopción (100.0%), aunque solamente se aplican al 6.5% de la producción, razón por la que probablemente el VAN por tonelada base ocupa el segundo lugar con US\$432 por tonelada.

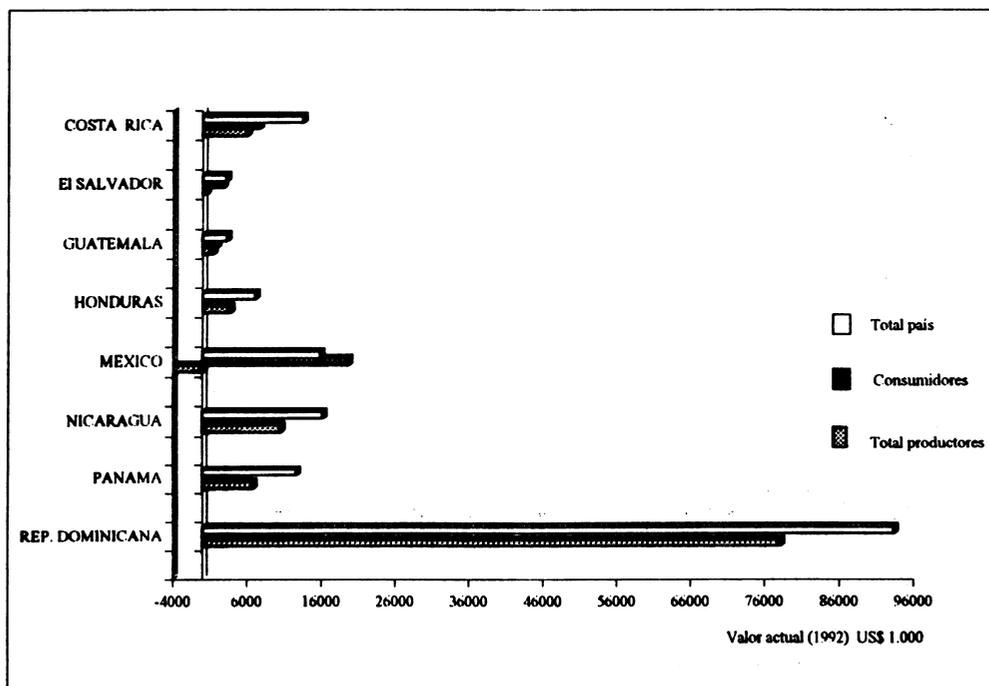
A pesar de que Costa Rica fue el productor más pequeño de frijol en el período base, ocupa el tercer lugar respecto al potencial de capturar beneficios de investigación, medido por el VAN. Por otra parte, Costa Rica tiene una alta eficiencia en la investigación en mejoramiento genético de frijol, ya que alcanza el primer lugar de VAN por tonelada del año base (1992) con US\$1,055.1. Esto resulta, en gran medida, porque (de acuerdo con el Cuadro 6.2) las variedades de Costa Rica tienen períodos de adopción relativamente cortos (rápidos), alta probabilidad de que su investigación resulte exitosa y principalmente porque, potencialmente, afectan a casi toda la producción del país (93.2%).

En el caso de El Salvador, Guatemala y Nicaragua, el beneficio total de los productores es negativo y los valores de VAN por tonelada en el período base son los más bajos. En El Salvador el techo de adopción es el más bajo de los países involucrados. Lo mismo sucede con su probabilidad de éxito para generar nuevas variedades; asimismo, la producción potencialmente afectada es menor que el 2% del total del país. Similarmente, en Guatemala y Nicaragua la reducción del costo unitario de producción inducido por las tecnologías nuevas es de las más bajas de Centroamérica y México.

**Cuadro 6.3. Mesoamérica: Resultados de los Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Arroz, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto <sup>1/</sup>	año base	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(US\$ miles) (4)	1000 t (1992) (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
COSTA RICA	5944.9	7605.3	13550.2	13199.9	224.0	58.9
EI SALVADOR	410.5	2811.6	3222.1	3101.1	69.3	44.7
GUATEMALA	1391.2	1930.3	3321.5	3194.1	45.9	69.5
HONDURAS	3759.8	3324.5	7084.3	7013.7	96.8	72.4
MEXICO	-3801	19684.7	15883.7	15750.9	343.0	45.9
NICARAGUA	10558.9	5677.2	16236.1	16153.9	129.2	125.1
PANAMA	6752.1	5875.7	12627.8	12285.1	201.3	61.0
REP. DOMINICANA	78020.2	15305.5	93325.7	93274.1	508.5	183.4
<b>TOTAL</b>	<b>103036.6</b>	<b>62214.8</b>	<b>165251.4</b>	<b>163972.8</b>	<b>1618.1</b>	<b>101.3</b>

<sup>1/</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1992.  
Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.2. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Arroz, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

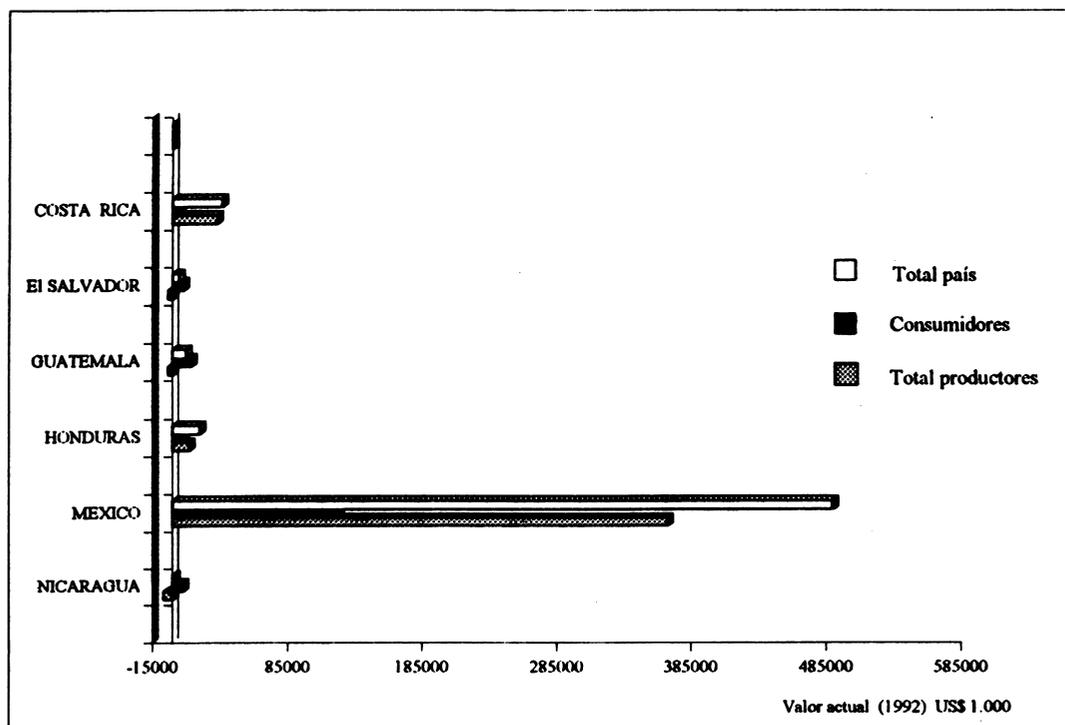
Fuente: Cuadro 6.3.

**Cuadro 6.4. Mesoamérica: Resultados de los Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Frijol, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto <sup>a</sup>	año base	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(VAN) (US\$ miles) (4)	(1992) 1000 t (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
COSTA RICA	32531.3	4128.9	36660.2	36296.7	34.4	1055.1
EI SALVADOR	-3497.8	8015.6	4517.8	4456.2	63.7	70.0
GUATEMALA	-3677.0	13668.6	9991.6	9941.7	111.0	89.6
HONDURAS	12244.4	7581.2	19825.6	19825.6	61.1	324.5
MEXICO	367211.4	122277.9	489489.3	487558.8	1128.7	432.0
NICARAGUA	-6727.6	7567.2	839.6	827.9	60.1	13.8
<b>TOTAL</b>	<b>398084.7</b>	<b>163239.4</b>	<b>561324.1</b>	<b>558906.9</b>	<b>1459.0</b>	<b>383.1</b>

<sup>a</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1992.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.3. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Frijol, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

Fuente: Cuadro 6.4.

#### 6.4.4. Mejoramiento genético de maíz

De acuerdo con el Cuadro 6.5 y la Figura 6.4, México tiene el mayor potencial para apropiarse de los beneficios de la generación y la adopción de las nuevas variedades e híbridos de maíz considerados en términos del VAN. En el período base (1991-1993), la producción y el consumo de maíz de México exceden en más de tres veces la de los países de Mesoamérica (Cuadro 6.1). Según el Cuadro 6.2 de las tecnologías estudiadas, las de México tienen el mayor potencial para reducir el costo unitario de producción (136%). Adicionalmente, sus tiempos de generación y adopción son relativamente cortos (tres años y un año, respectivamente). Estas son las razones fundamentales por las cuales los beneficios potenciales de nuevas tecnologías de México son mayores que en todo Mesoamérica. No obstante, el VAN por tonelada alcanzado ocupa el tercer lugar; esto se debe principalmente a que las nuevas tecnologías de México solo afectan al 14.1% de su producción en el período base.

Guatemala es el segundo productor de maíz en Mesoamérica (en el período base). Sin embargo, de acuerdo con el Cuadro 6.2, las nuevas variedades consideradas tienen bajas probabilidades de obtenerse (60%), tienen largos (o lentos) períodos de generación (5.5 años) y adopción (4 años), así como relativamente un bajo techo de adopción (60.2%). También la producción inicialmente afectada por las nuevas variedades (18.6% del total nacional) es relativamente pequeña. Estas características contribuyen para que los beneficios potenciales netos de investigación, totales y por tonelada, sean menores que los de Honduras, que fue el cuarto productor de Mesoamérica en el período base (1991-1993).

El Salvador, que fue el tercer productor en el año base, ocupa el último lugar en el beneficio total (Cuadro 6.5 y Figura 6.4). Esto se debe en parte a que el techo de adopción de las variedades consideradas (53.9%) es bajo, comparado con el promedio de los demás países, y dichas variedades sólo afectan al 21.8% de la producción del período base (1991-1993). Todo esto contribuye para que el VAN por tonelada del año base sea el más bajo de Centroamérica y México (US\$26.4).

#### 6.4.5. Mejoramiento genético de papa

Según el Cuadro 6.6 y la Figura 6.5, en un escenario de sólo tres países que comercian libremente entre sí, Costa Rica, que es el mayor productor de ellos (Cuadro 6.1), tiene el mayor potencial de capturar el beneficio total de investigación. En particular, porque el germoplasma que se introduciría afectaría potencialmente a toda la producción, y el techo de adopción (75.0%) es el más alto de los tres países. Sin embargo, Panamá, que es el más pequeño productor de los tres, ocupa el primer lugar en VAN por tonelada en el año base (1994) con US\$597.7, probablemente porque las nuevas variedades afectan toda la producción de Panamá y son las que tienen la mayor reducción del costo unitario.

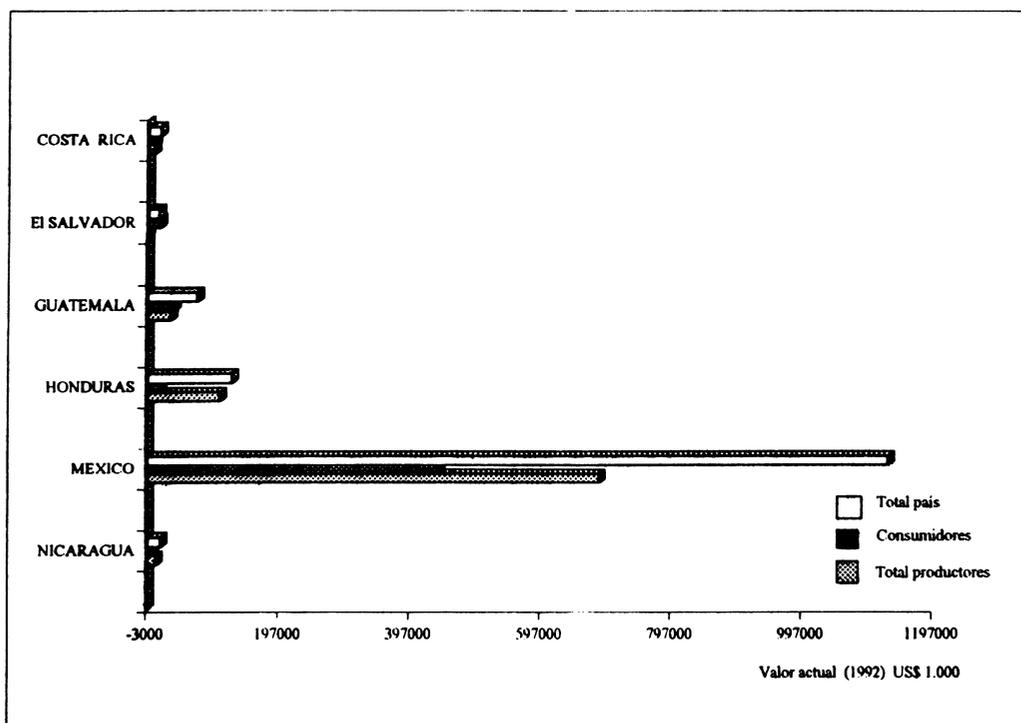
Por otra parte, los productores de Nicaragua reducen su excedente económico, ya que en comparación con los otros dos países, la reducción potencial de costo unitario de las tecnologías ahí introducidas (25.7%) es menor que en los otros dos países y la proporción de la producción potencialmente afectada (21.8%) es la más pequeña.

**Cuadro 6.5. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Maíz, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto <sup>a</sup>	año base	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(VAN) (US\$ miles) (4)	(1992) 1000 t (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
COSTA RICA	8367.7	9953.6	18321.3	18106.3	53.4	339.3
EL SALVADOR	-2062.9	18418.7	16355.8	16166.6	613.3	26.4
GUATEMALA	34981.7	40223.9	75205.6	74922.4	1318.9	56.8
HONDURAS	109662.5	18272.6	127935.1	126348.6	577.3	218.8
MEXICO	688504.5	442321.1	1130825.6	1123897.0	16435.4	68.4
NICARAGUA	12202.4	6859.2	19061.6	18849.2	233.2	80.8
<b>TOTAL</b>	<b>851655.9</b>	<b>536049.1</b>	<b>1387705.0</b>	<b>1378290.1</b>	<b>19231.6</b>	<b>80.8</b>

<sup>a</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1992.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.4. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Maíz, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

Fuente: Cuadro 6.5.

#### **6.4.6. Manejo integrado de plagas de papa**

De acuerdo con el Cuadro 6.7 y la Figura 6.6, Panamá y Costa Rica son los países centroamericanos que mayores beneficios realizarían de la investigación de las tecnologías del manejo integrado de plagas que se muestran en el Cuadro A.4.5. Las tecnologías de Panamá son las que tienen la mayor reducción potencial de costo unitario (88.8%) y afectan potencialmente a toda la producción del país. Además, tienen el VAN por tonelada en el año base (1994) más alto con US\$1439.8

Aunque las tecnologías de Costa Rica inducen una relativa baja reducción del costo unitario de producción (31.7%), éstas afectan la producción de todo el país, que en el año base (1994) fue el mayor productor de papa (Cuadro 6.1) y por estas dos razones alcanzan el segundo lugar en beneficios potenciales, en términos del VAN. El Salvador tiene los beneficios potenciales más pequeños; esto se debe fundamentalmente a que fue el menor productor de Centroamérica en el año base (1994) y porque sus tecnologías son las que inducen la menor reducción del costo unitario de producción.

#### **6.4.7. Mejoramiento genético de tomate de mesa**

Como se muestra en el Cuadro 6.8 y la Figura 6.7, en un escenario de tres países que generan nuevas variedades de tomate de mesa y comercian libremente entre sí, Nicaragua, el mayor productor de los tres en el año base (1994), tiene el mayor valor actual de beneficios de investigación. Por otra parte, aunque El Salvador es el menor productor en el año base (1994), el incremento potencial en la productividad -a través de la reducción del costo unitario de producción mediante la selección de nuevas variedades- es el mayor de los tres países (86.1%). Además, tiene el más alto VAN por tonelada en el año base (1994), con US\$1,119.8

#### **6.4.8. Manejo integrado de plagas de tomate de mesa**

Cuando se considera el escenario de los tres países descritos en el Cuadro 6.9 y la Figura 6.8, compuesto por Costa Rica, México y Nicaragua, resulta que el mayor productor de los tres (México) alcanza el mayor beneficio potencial en términos del valor actual bruto y neto total, medidos a partir del año base (1994). También las tecnologías aplicadas de control del "chino del tomate" tienen una alta incidencia en reducir el costo unitario (Cuadro 6.2). Sin embargo, solo se aplican a una pequeña parte de la producción de tomate de México (0.6%); probablemente por esta razón la capacidad de capturar beneficios por tonelada de Costa Rica (US\$501.9) y Nicaragua (US\$407.2) superan a México (US\$ 33.0) en más de 10 veces.

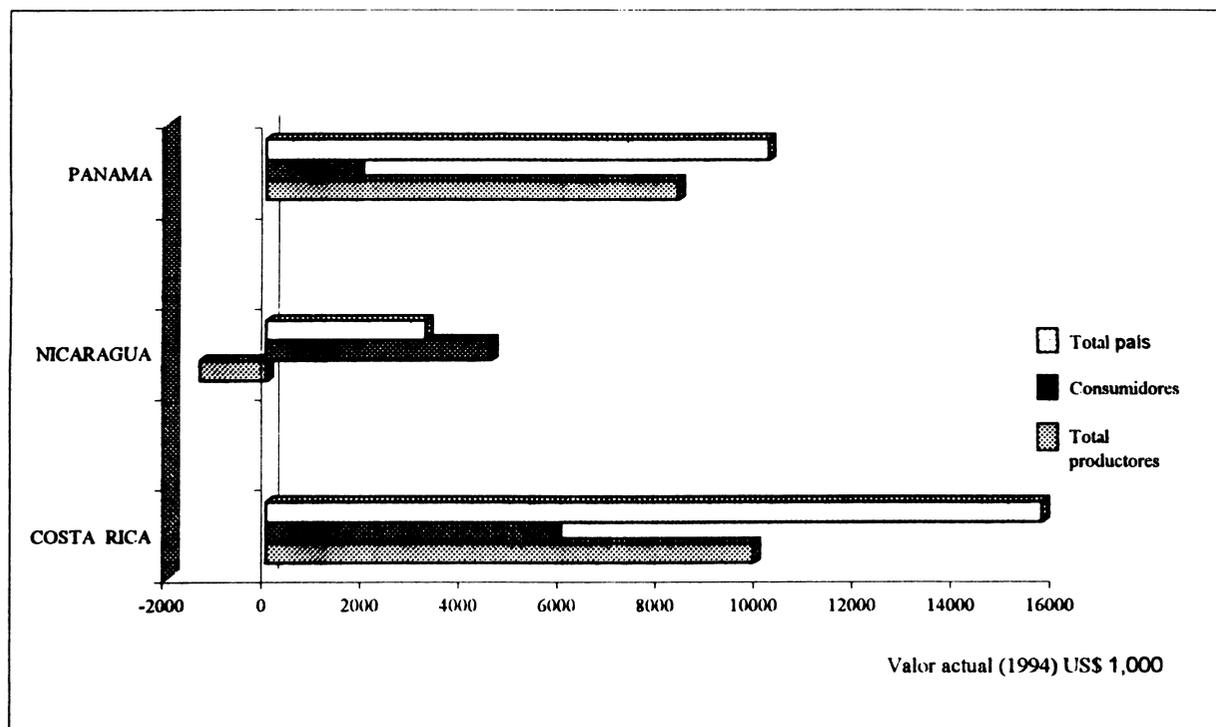
Por otra parte, Nicaragua, el segundo productor de los tres, también ocupa el segundo lugar en lograr beneficios potenciales totales, ya que las tecnologías propuestas inducen una relativa significativa reducción del costo unitario (93.7%). (Cuadro 6.2).

**Cuadro 6.6. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto <sup>a</sup>	año base	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(VAN) (US\$ miles) (4)	(1994) 1000 t (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
COSTA RICA	9894.8	5843.0	15737.8	15626.0	43.2	361.7
NICARAGUA	-1328.8	4552.9	3224.1	3148.8	28.0	112.5
PANAMA	8355.3	1833.3	10188.6	10160.1	17.0	597.7
<b>TOTAL</b>	<b>16921.3</b>	<b>12229.2</b>	<b>29150.5</b>	<b>28934.9</b>	<b>88.2</b>	<b>328.1</b>

<sup>a</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1994.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.5. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

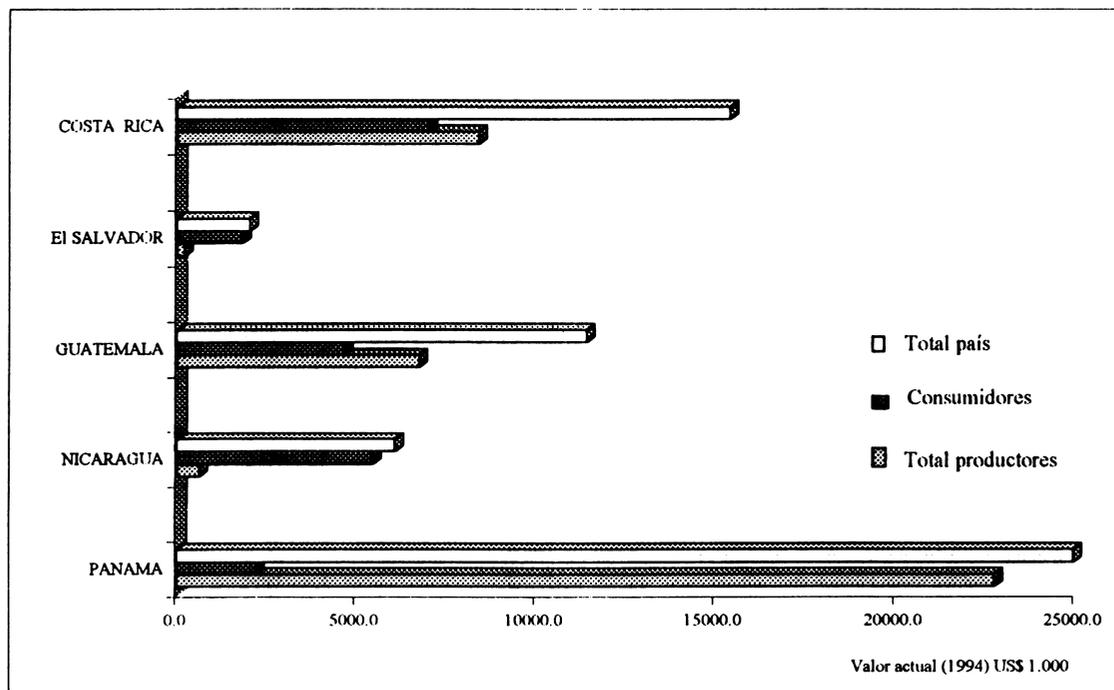
Fuente: Cuadro 6.6.

**Cuadro 6.7. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto a/ (VAN)	año base (1994)	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(US\$ miles) (4)	1000 t (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
<b>COSTA RICA</b>	<b>8408.5</b>	<b>7014.2</b>	<b>15422.7</b>	15337.0	43.2	353.0
<b>EI SALVADOR</b>	<b>212.3</b>	<b>1820.1</b>	<b>2032.4</b>	2014.3	8.0	270.9
<b>GUATEMALA</b>	<b>6750.8</b>	<b>4671.6</b>	<b>11422.4</b>	11318.2	9.0	1258.7
<b>NICARAGUA</b>	<b>623.2</b>	<b>5459.1</b>	<b>6082.3</b>	5973.4	28.0	215.7
<b>PANAMA</b>	<b>22751.0</b>	<b>2200.6</b>	<b>24951.6</b>	24898.8	17.0	1439.8
<b>TOTAL</b>	<b>38745.8</b>	<b>21165.6</b>	<b>59911.4</b>	<b>59541.7</b>	<b>105.2</b>	<b>569.5</b>

<sup>a</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1994.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.6. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Papa, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

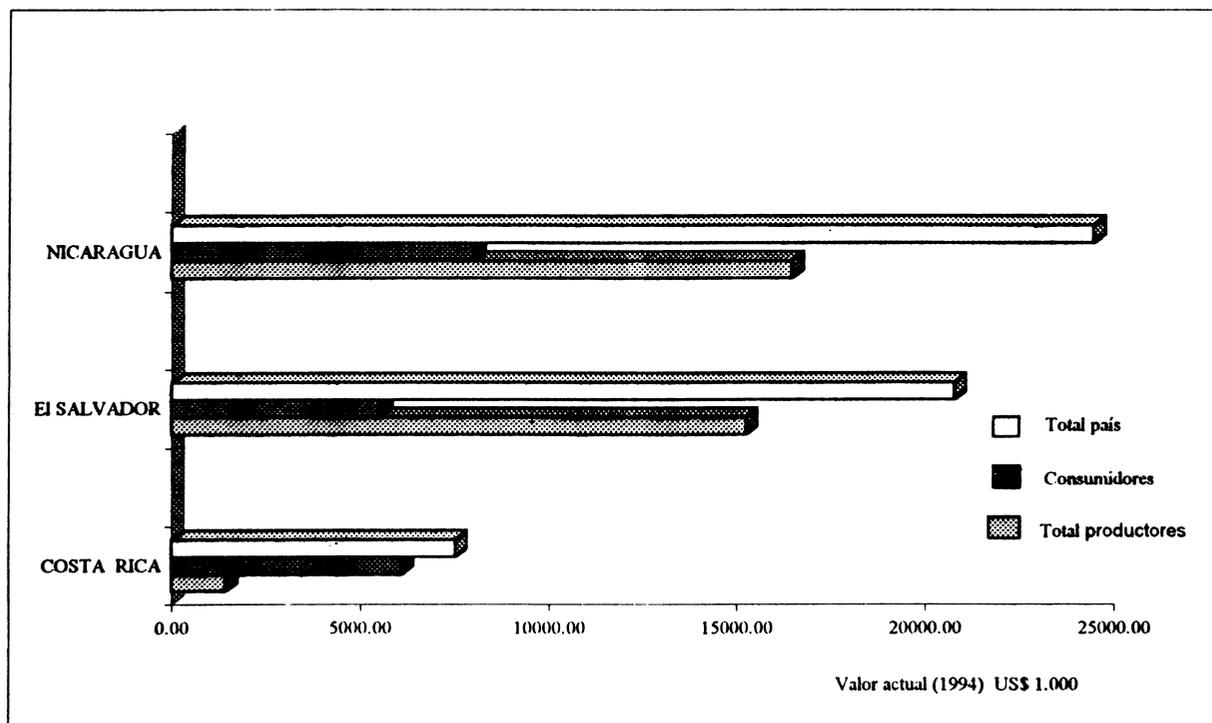
Fuente: Cuadro 6.7.

**Cuadro 6.8. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto <sup>/a</sup>	año base	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(VAN) (US\$ miles) (4)	(1994) 1000 t (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
COSTA RICA	1421.7	6086.7	7508.4	7436.8	26.0	286.0
EI SALVADOR	15225.2	5521.8	20747.0	20156.5	18.0	1119.8
NICARAGUA	16446.3	7969.7	24416.0	23827.9	34.0	700.8
<b>TOTAL</b>	<b>33093.2</b>	<b>19578.2</b>	<b>52671.4</b>	<b>51421.2</b>	<b>78.0</b>	<b>659.2</b>

<sup>a/</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1994.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.7. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

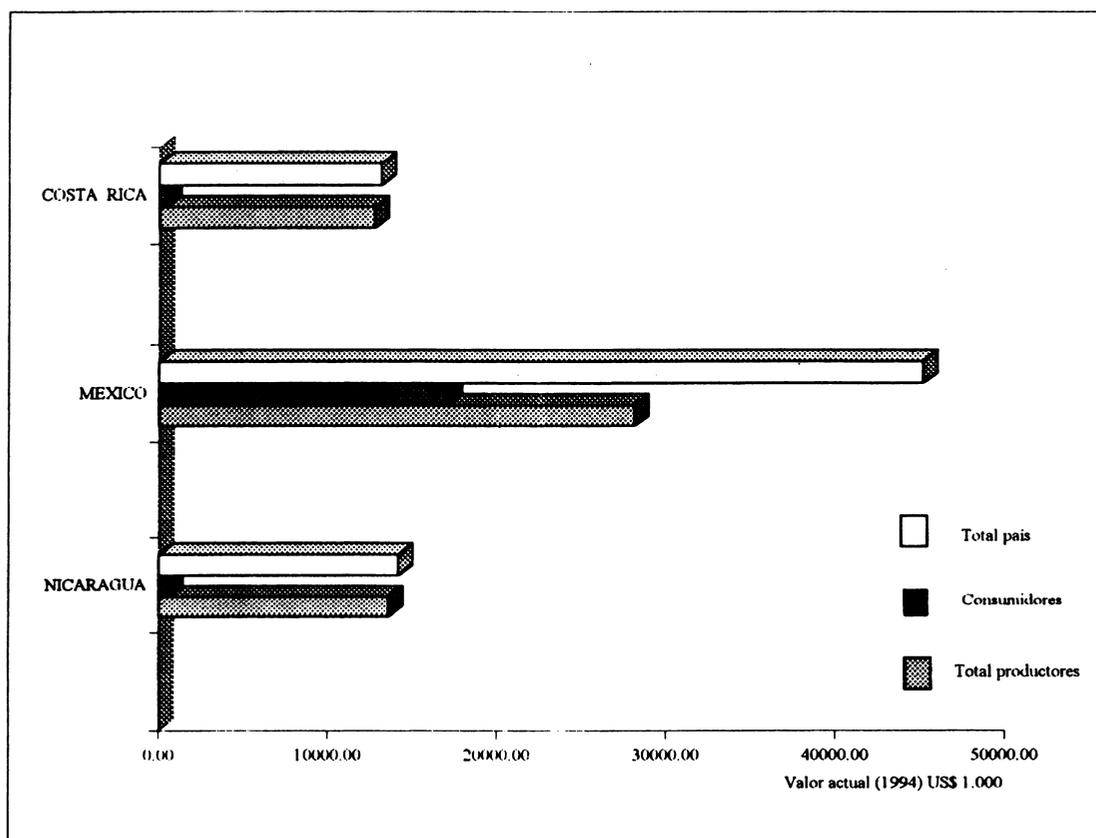
Fuente: Cuadro 6.8.

**Cuadro 6.9. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto / <sup>a</sup>	año base	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(VAN) (US\$ miles) (4)	(1994) 1000 t (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
<b>COSTA RICA</b>	<b>12694.9</b>	<b>416.3</b>	<b>13111.2</b>	<b>13049.9</b>	<b>26.0</b>	<b>501.9</b>
<b>MEXICO</b>	<b>28129.9</b>	<b>17051.8</b>	<b>45181.7</b>	<b>45120.8</b>	<b>1368.3</b>	<b>33.0</b>
<b>NICARAGUA</b>	<b>13582.5</b>	<b>554.7</b>	<b>14137.2</b>	<b>13843.5</b>	<b>34.0</b>	<b>407.2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>54407.3</b>	<b>18022.8</b>	<b>72430.1</b>	<b>72014.3</b>	<b>1428.3</b>	<b>50.4</b>

<sup>a</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1994.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.8. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Manejo Integrado de Plagas de Tomate, Bajo Libre Comercio (1994-2008).**

Fuente: Cuadro 6.9.

### 6.4.9. Pastos y forrajes para producción de leche

En este caso se asume que toda la producción de la leche proviene de la ganadería de doble propósito (que es un supuesto fuerte). Asimismo, se considera el impacto de nuevas tecnologías en pastos y forrajes en la producción de leche solamente.

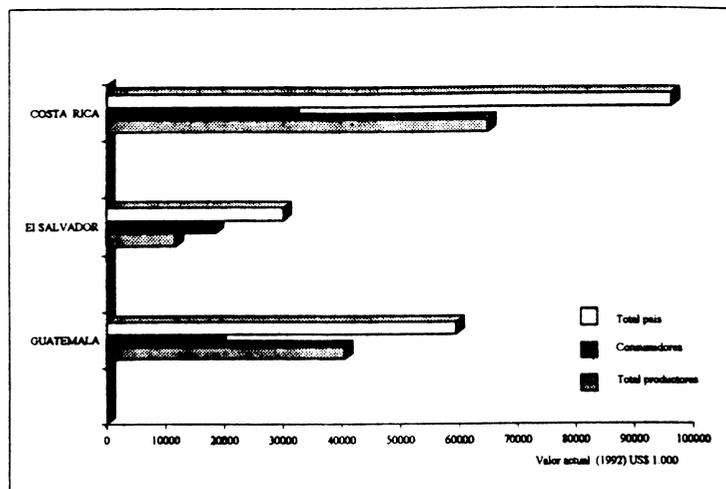
De acuerdo con el Cuadro 6.10 y la Figura 6.9, de los países participantes en este análisis, Costa Rica es el mayor beneficiario, con un valor actual neto de US\$95.1 millones, seguido de Guatemala y El Salvador; sin embargo, en términos de eficiencia Guatemala alcanza el primer lugar con US\$237.6 por tonelada, seguido por Costa Rica (US\$199.7 por tonelada). Este resultado se debe, en gran parte, a que, a pesar de las tecnologías consideradas, en Guatemala se aplican a una pequeña parte de la producción de ese país, reducen más de diez veces el costo unitario que las tecnologías consideradas en Costa Rica (ver Cuadro 6.2).

**Cuadro 6.10. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Pastos y Forrajes, Leche, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO			Valor actual	Producción	VAN por
	Productores	Consumidores	Total	neto <sup>a</sup>	año base	tonelada
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)	(US\$ miles) (4)	1000 t (5)	\$/tonelada (6) = (4) / (5)
<b>COSTA RICA</b>	<b>64733.70</b>	<b>31273.10</b>	<b>96006.80</b>	<b>95117.05</b>	<b>476.4</b>	<b>199.7</b>
<b>EL SALVADOR</b>	<b>11629.00</b>	<b>18379.20</b>	<b>30008.20</b>	<b>29979.20</b>	<b>338.5</b>	<b>88.6</b>
<b>GUATEMALA</b>	<b>40448.20</b>	<b>18830.20</b>	<b>59278.40</b>	<b>58629.67</b>	<b>246.8</b>	<b>237.6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>116810.90</b>	<b>68482.50</b>	<b>185293.40</b>	<b>183725.92</b>	<b>1061.70</b>	<b>173.0</b>

<sup>a</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1992.

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.



**Figura 6.9. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Pastos y Forrajes - Leche, Bajo Libre Comercio (1992-2006).**

Fuente: Cuadro 6.10.

## 7. RESULTADOS ADICIONALES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan algunos componentes adicionales a las evaluaciones de los temas de investigación y se comparan los resultados del capítulo anterior. También se discuten algunas limitaciones de la metodología y del alcance de los resultados. Finalmente, se brindan recomendaciones para trabajos futuros.

### 7.1. Presentación de Resultados Adicionales

#### 7.1.1. Dinámicas del mercado (precios y cantidades)

El impacto económico del cambio tecnológico en el transcurso del tiempo se puede visualizar en cada mercado, simulando su impacto en precios y cantidades. En particular, se pueden comparar los senderos de precios y niveles de producción que regirían con la introducción de tecnologías nuevas y sin ella. Este paso precede en el análisis a la estimación de beneficios. Así, los precios, las cantidades producidas y consumidas y, por lo tanto, los cambios en el comercio y el valor de la producción y el consumo, se calculan en el transcurso del tiempo para obtener los beneficios de la IyD.

La Figura 7.1 provee un ejemplo de este tipo de información para la evaluación del tema MG de maíz. En ella se muestran los efectos del cambio tecnológico en el tiempo para tres regiones de producción de los tres países que participaron en el análisis: Guatemala, Honduras y México. El gráfico para cada región muestra los senderos simulados del precio y de la producción, con investigación y sin ella. El área entre las curvas “con” y “sin” representa los beneficios potenciales de IyD. Aún sin IyD, los precios y las cantidades cambian a través del tiempo. En los tres casos se predice una expansión de la producción aun sin IyD. En el largo plazo, los precios en todos los países declinan como consecuencia de que la demanda en cada país crece al mismo ritmo de crecimiento de la población y la oferta crece más rápido con el comercio y también, exógenamente (a un 2%). Los precios declinan aún más rápido con la introducción de nuevas tecnologías, como se aprecia en la Figura 7.1.

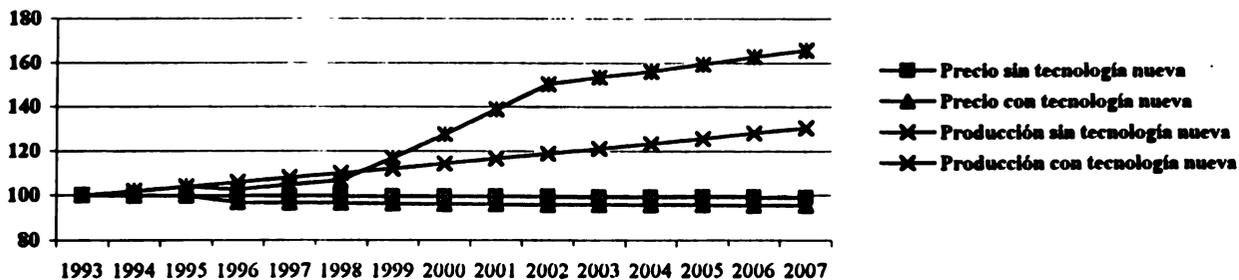
En ninguna región existe inicialmente alguna diferencia entre las curvas “sin” y “con”. Cuando se libera una tecnología nueva, las curvas “con” y “sin” empiezan a divergir, con una tasa y una magnitud que son determinadas conjuntamente por el impacto potencial de la nueva tecnología y las características de adopción en cada región o país. Es importante notar que los precios y las cantidades en cada país están relacionados, ya que una nueva tecnología adoptada en un país impactará la situación del mercado de otros países mediante los efectos del comercio (ver Capítulo 4).

La presentación de los resultados en este formato sirve para enfatizar las relaciones dinámicas locales y regionales entre el desarrollo de tecnologías, su adopción y los mercados.

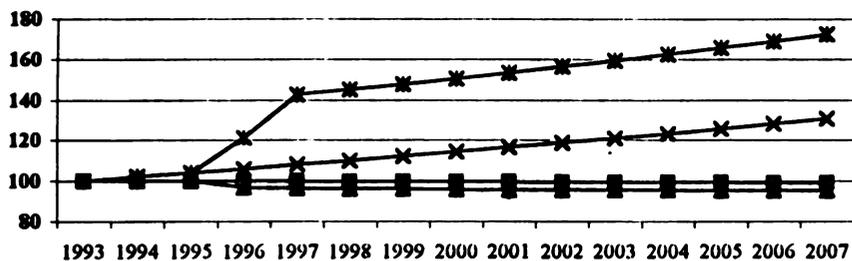
#### 7.1.2. Beneficios económicos por región del mercado

Como se describió en la sección 4.2, los conceptos de excedentes económicos y de preferencia en el tiempo (descontando valores) son útiles para convertir los cambios en precios y cantidades en el tiempo a un solo valor de rentabilidad económica (y costos) de IyD. Así, para cada región se

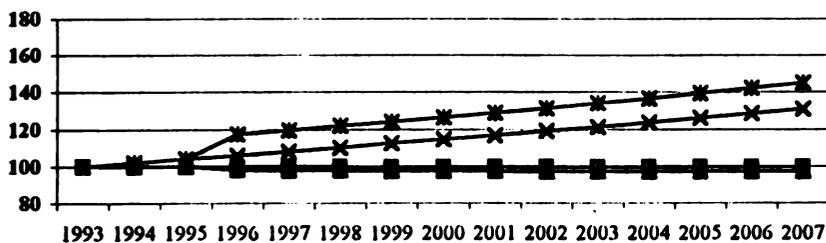
**Altiplano Medio - Guatemala. MG-Maíz**



**Olancho - Honduras. MG-Maíz**



**Tlaxcala - México. MG-Maíz**



**Figura 7.1. Evolución de Precios y Cantidades: Tema MG de Maíz.**

**Fuente:** Elaborada por los autores, con base en la información del Anexo 4.

pueden calcular medidas de rentabilidad, tales como el valor presente de beneficios brutos (B) y, si se cuenta con datos, de costos (C), y otros criterios de inversión relacionados, también: B-C, B/C y la tasa interna de retorno (TIR).

El Cuadro A.7.1. del Anexo 7 sintetiza los beneficios brutos del productor y el consumidor y los totales estimados para cada tema de IyD, e incluye detalles para todas las regiones definidas para cada tema. La inspección de estos resultados sugiere que, en una mayor o menor magnitud (según los supuestos del mercado y el comercio descritos en el capítulo anterior, los consumidores siempre se benefician de la IyD. En la mayoría de los casos, los productores en regiones con niveles significativos de adopción y rapidez de adopción ganan (en promedio) por el impacto de las nuevas tecnologías. Pero cuando el impacto potencial esperado de la tecnología nueva es relativamente pequeño y los niveles de adopción son bajos o la adopción es lenta, los beneficios regionales para el productor pueden ser negativos (ver sección 6.4).

### 7.1.3. Comparación de temas

En algunas aplicaciones se determina el incentivo relativo de la inversión a través de la comparación de las evaluaciones de los temas de IyD. En el marco adoptado para este estudio, estas medidas son, en orden de importancia, TIR, B/C, B-C y B (ver la sección 4.2). El Cuadro 7.1 muestra algunas opciones básicas de presentación. La comparación más simple es jerarquizar los valores, en este caso de los beneficios totales brutos (columnas 2 y 3). También se muestra el uso de indicadores de la escala de beneficios que indican:

- a) Cuántas veces es más grande el beneficio de la mejor opción respecto al tema considerado (columna 4).
- b) Cuántas veces es más grande la mejor opción siguiente respecto al tema considerado (columna 5).

Se repite entonces el conjunto de indicadores, usando sólo los beneficios brutos al productor como un criterio de clasificación (columnas 6 a 10). La relevancia de estos conjuntos de resultados depende de los objetivos de la investigación; por ejemplo, si la IyD es financiada por grupos de productores, la jerarquización y la comparación probablemente se enfocan en los resultados de IyD para los productores.

El Cuadro 7.1 compara los temas IyD en Mesoamérica, teniendo en cuenta los beneficios brutos agregados de todos los países participantes en cada tema.

Es también útil examinar la congruencia entre las jerarquizaciones subregionales y nacionales. Las jerarquías nacionales y subregionales de los temas de investigación incluidos en este estudio se obtienen de acuerdo con el beneficio bruto total de cada tema a nivel de país o de la subregión (ver cuadros 6.3-6.10 y 7.1). Cuanto más amplia es la variación entre las jerarquizaciones nacionales y subregionales, más difícil será probablemente establecer un consenso sobre las iniciativas de la inversión conjunta en la investigación subregional. La correspondencia entre las jerarquías subregionales y nacionales de temas de IyD se muestra gráficamente en la Figura 7.2. En esta figura el eje horizontal indica la jerarquía subregional - 8 es la más alta y 1 la más baja. El eje vertical muestra la jerarquía nacional usando la misma escala, entonces, por ejemplo para

Cuadro 7.1. Comparación de Temas por Escala y Valores de los Beneficios Brutos en Mesoamérica.

		Beneficios totales-nivel subregional			Beneficios para productor				
		Escala de beneficios		Escala de beneficios					
Tema	Orden	Valor	Con #1	Con+1	Tema	Orden	Valor	Con #1	Con+1
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
							(US\$1000)		
MG: Maiz	1	1,387,705	1		MG: Maiz	1	851,656	1	
MG: Frijol	2	561,324	2.5	2.47	MG: Frijol	2	398,085	2.1	2.14
PF: Leche	3	185,293	7.5	7.49	PF: Leche	3	116,811	7.3	0.1
MG: Arroz	4	165,251	8.4	3.40	MG: Arroz	4	103,037	8.3	3.86
MIP: Tomate	5	72,450	19.2	2.28	MIP: Tomate	5	54,407	15.7	1.89
MIP: Papa	6	59,911	23.2	1.21	MIP: Papa	6	38,746	22.0	1.40
MG: Tomate	7	52,671	26.3	1.14	MG: Tomate	7	33,093	25.7	1.17
MG: Papa	8	29,151	47.6	1.81	MG: Papa	8	16,921	50.3	1.96

Fuente: Elaborado por los autores, con base en la información de los cuadros 6.3 - 6.10.

MG = Mejoramiento genético

MIP = Manejo integrado de plagas

PyF = Pastos y forrajes

Costa Rica la jerarquía más baja es la de MG en tomate, los temas en la línea diagonal (de 45 grados) tienen igual jerarquía subregional y nacional. Los puntos a la derecha de la línea indican los temas de IyD con una jerarquía subregional más alta que la nacional, y los puntos a la izquierda muestran una jerarquía nacional más alta que la subregional. La Figura 7.2 indica, por ejemplo, que los temas de mejoramiento genético de arroz y frijol tienen mayor atractivo para desarrollarse subregionalmente, mientras que los temas de MIP y MG de papa tienen mayor atractivo de desarrollarse a nivel nacional. Asimismo, el gráfico muestra que de los cuatro temas en que México participa, tres (MG de maíz, frijol y arroz) tienen la misma jerarquía subregional y nacional y uno (MIP de tomate) tiene mayor jerarquía nacional que subregional.

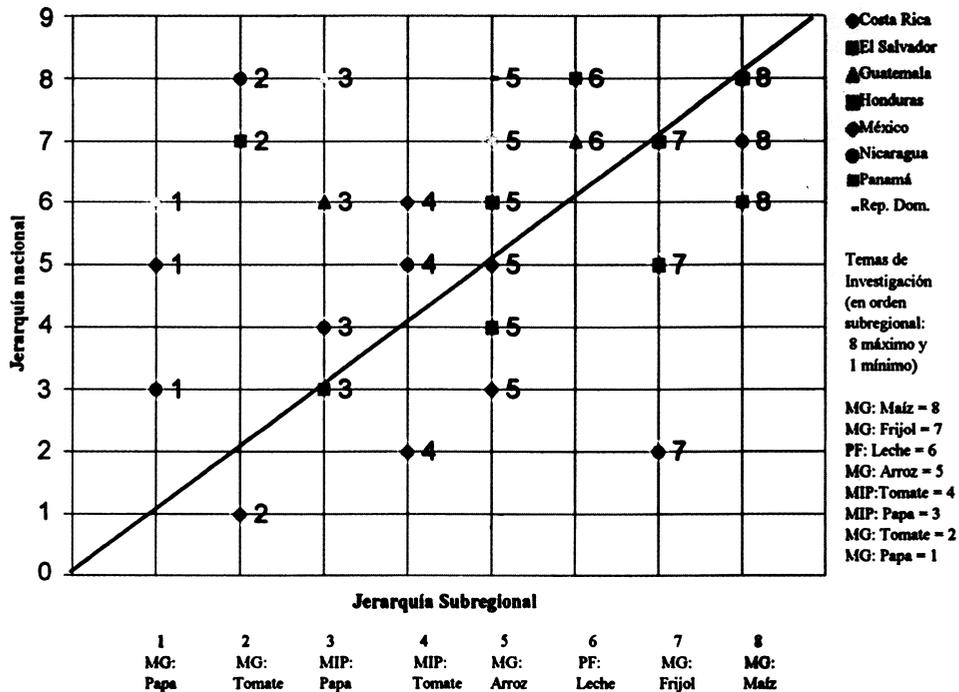


Figura 7.2. Congruencia entre las Jerarquías Regionales y Nacionales de los Temas de Investigación de Interés Común de los Países de Mesoamérica (con Base en los Beneficios Brutos Totales).

Fuente: Elaborado por los autores, con base en los cuadros 6.3-6.10 y 7.2.

La información que se resume en la Figura 7.2 es de utilidad para las instituciones nacionales e internacionales, ya que ayuda a discernir los costos y los beneficios potenciales de tomar parte en iniciativas multinacionales de IyD. Esta identificación explícita de la estructura de los incentivos puede proveer una base para el diálogo entre países sobre su participación en este tipo de investigación.

## 7.2. Limitaciones del Estudio

Se pueden considerar tres tipos de limitaciones:

- El desafío de mejorar las habilidades profesionales, llevando a cabo al mismo tiempo un estudio técnico relativamente complejo, dadas las oportunidades muy limitadas para la interacción entre todos los miembros del ETP.
- Problemas en la disponibilidad y consistencia de los datos, tanto en términos absolutos como en términos relativos entre los países.
- Limitaciones metodológicas.

### 7.2.1. Objetivos simultáneos de fortalecer la capacidad e implementar la tecnología

Con un plan de trabajo en Mesoamérica para realizar sólo tres reuniones con el ETP, cada una de tres a cinco días, estos objetivos simultáneos fueron muy ambiciosos. Se asumía que los representantes de los países tenían que llegar a comprender el marco económico-ecológico (incluyendo la zonificación agroecológica, la caracterización de la tecnología, los conceptos y métodos de la evaluación económica y el manejo del programa *DREAM*), así como coordinar la recolección de datos en cada país, la que incluía la realización de entrevistas con científicos y también ayudar y recopilar información subregional. Posteriormente, los miembros del ETP tenían que colaborar en la armonización y análisis de los datos y en la preparación del informe final. No todos los miembros del ETP tenían una formación en análisis económico, aunque todos tenían responsabilidad profesional para manejar o ejecutar la evaluación de la investigación dentro de sus instituciones.

Por otra parte, los diferentes niveles de comprensión e interpretación de la metodología, por parte de los miembros del ETP, afectaron el proceso de elicitación de información científica. Estas diferencias salieron a la luz cuando los conjuntos de datos nacionales se armonizaron a nivel subregional, y no todas pudieron resolverse satisfactoriamente. En algunos casos, las variaciones de los datos reflejan diferencias reales que existen entre los países respecto a estrategias, recursos y capacidades de IyD, como también respecto a la naturaleza exacta de las tecnologías que se están generando. Sin embargo, a pesar del uso de un cuestionario estandarizado, surgió alguna variabilidad en los datos entre los países, dada la manera en que el proceso de elicitación de información técnica fue ejecutado en cada país.

### 7.2.2. Limitaciones de información

La sección previa describió las limitaciones que influyeron en la consistencia de los datos técnicos en IyD –los únicos datos primarios requeridos para el estudio. También se presentaron limitaciones en algunos de los datos secundarios. Los valores estimados de las elasticidades del precio de la oferta y demanda estuvieron disponibles para un número limitado de países y rubros. Prácticamente no existe información sobre las elasticidades de la oferta a nivel subnacional.

Algunas limitaciones más generales de los datos influyeron en el ámbito del análisis. El Capítulo 5 describió una estrategia para realizar la zonificación agroecológica. Esta estrategia permitió la regionalización de criterios nacionales de tecnología específica, como se muestra en las figuras 5.2 y 5.3, dando, al mismo tiempo, libertad a los científicos de usar el sistema nacional con el que estaban más familiarizados cuando proporcionaban los datos de IyD en el proceso de elicitación. Como los datos de IyD de cada país se basaban en bases espaciales diferentes, esta estrategia no permitió un análisis entre países de la transferencia de tecnología (diseminación) entre ZAEs. Aun cuando todos los datos de IyD hubieran estado disponibles en el marco de una ZAE común, todavía se habría necesitado información adicional para hacer un análisis de transferencia tecnológica satisfactorio, a causa de la variedad de tecnologías en el proceso de desarrollo incluidas en cada tema de investigación; por ejemplo, para enfrentar problemas de plagas y enfermedades, algunos países desarrollan materiales genéticos más resistentes, otros prácticas agronómicas mejoradas y otros control biológico directo. Cuando se piensa en la transferencia de tecnologías, es importante tener alguna noción acerca de la magnitud en que la tecnología nueva complementa o sustituye a la tecnología actual. La evaluación del modelo DREAM reconoce la diferencia entre estas posibilidades, pero se habría requerido más información sobre la caracterización de las tecnologías para operacionalizar esta capacidad. Posiblemente sólo sería factible obtener esta información con base en un diálogo técnico entre los científicos de los países involucrados.

Otro aspecto de los datos está relacionado con la participación de cada país en la evaluación del análisis de cada uno de los temas de investigación. El Cuadro 3.1 muestra sólo un tema de IyD en el que todos los países participaron (MG de arroz). Dado que un país recolectó información técnica sólo para el único tema en el que participó, los restantes siete análisis de IyD son solamente simulaciones parciales de impactos potenciales de IyD en Mesoamérica. La no participación de un país en un tema de IyD de este estudio *no* implica que no es importante –el país puede tener un programa de IyD muy activo en ese tema. Aun si no se realiza ninguna acción de IyD, hay implicaciones para los productores y consumidores domésticos por la IyD ejecutada en los países vecinos. Las simulaciones subregionales habrían sido aún más útiles para entender la estructura de beneficios en cada país, si cada país hubiera sido incluido en el análisis de cada tema.

El problema de la falta de datos y del resultante estado incompleto de algunos aspectos del análisis se puede extender también a las regiones de comercio neto externo (equilibrio). Mientras que fue relativamente fácil (y requisito para el modelo) calcular la cantidad consumida o producida en estas regiones, poco se conocía específicamente acerca de sus probables elasticidades y las tasas de crecimiento exógenas, de la importancia de la generación de IyD y características de la adopción de tecnología. Aun si los países socios de comercio externo (o bloques de comercio) estuvieran explícitamente identificados, llevaría tiempo recoger toda la información requerida. El conocimiento del analista es importante para representar tales regiones. El nivel de esfuerzo

requerido para representar mejor las regiones externas depende principalmente del rubro involucrado y del volumen de comercio externo relativo al mercado subregional. Así, en el caso de una importación o exportación subregional significativa como el café, es importante desarrollar escenarios de demanda mundial probable y recoger información sobre los escenarios de tecnología/producción para los países que compiten en este rubro con la subregión.

### 7.2.3. Restricciones metodológicas

Quizás la principal limitación del análisis es que el modelo económico de multimercados (subyacente en el programa *DREAM*) es un modelo de equilibrio parcial; es decir, se asume que los cambios en el precio del producto en cuestión, inducidos por el cambio tecnológico, no afectan los mercados (y precios) de otros bienes. Por eso sólo puede tratar un producto a la vez. En ocasiones habrá impactos secundarios de cambio tecnológico en un producto, por ejemplo arroz, en los mercados de rubros complementarios o sustitutos (tales como maíz y trigo). Estos no se pueden capturar en el modelo. Sin embargo, para hacer esto se requeriría de la estimación de elasticidades cruzadas del precio, pero como se discutió antes, las elasticidades con respecto al propio precio son difíciles de obtener. Otra debilidad del análisis consiste en la representación de los impactos del cambio tecnológico en los recursos naturales; no obstante, éste es un reto común a la ciencia de la evaluación de impacto de la investigación. Para manejar estos tipos de impactos, se requiere de la especificación de los impactos potenciales dependientes del tiempo (ahora posibles en *DREAM*), pero idealmente también de una capacidad "multirrubro". En tal caso, sería posible hacer un análisis de sistemas de producción que incluyen rotaciones, multicultivos, sistemas de cultivo-ganado, etc., en el cual los impactos cambiarían con el tiempo, como resultado de la interacción de estos sistemas con la base del recurso natural (a su vez modificado por los efectos del cambio tecnológico). El desarrollo de tales herramientas analíticas está aún en un estado incipiente de investigación.

## 7.3. Niveles de Aplicación y Aptitud de la Metodología

Existen varios niveles de aplicación potencial y, por lo tanto, es conveniente evaluar la aptitud de la metodología para cada uno.

### 7.3.1. Evaluación de la investigación a nivel multinacional

El método es apropiado en este nivel por varias razones. Como se demostró en este estudio, cada país se puede representar separadamente en términos de sus propios sistemas de producción, consumo, comercio, generación y adopción de tecnología. Los resultados del análisis incluyen los cambios en precios, producción, consumo y comercio para cada país, como también las estimaciones de los beneficios (B) y medidas de la rentabilidad (B-C, B/C e IRR) a nivel del país y región. Esta información es valiosa para identificar incentivos para participar en iniciativas de investigación a nivel regional y subregional.

### 7.3.2. Evaluación de la investigación a nivel nacional y subnacional

Por las mismas razones que el método es valioso a nivel multinacional, también lo es a nivel de país. Los impactos de IyD pueden ser estimados a nivel nacional y, simultáneamente, a cualquier nivel de desagregación subnacional (de hecho se incluyó la desagregación subnacional en los temas de IyD analizados a nivel subregional).

### 7.3.3. Cálculo de beneficios para blancos geográficos y socioeconómicos

Actualmente es importante estimar la distribución socioeconómica potencial de los beneficios, así como su distribución geográfica y agroecológica. Los beneficios son calculados para los productores, consumidores y sectores del gobierno, pero pueden ser desagregados para analizar el impacto de la investigación en otros grupos, como por ejemplo, consumidores urbanos y rurales y productores en diferentes sistemas de producción y escala de empresa (Sanint y Wood 1998).

### 7.3.4. Estimación del impacto de la gama total de opciones de inversión en IyD

Dentro de las limitaciones actuales del conocimiento, sólo pueden usarse métodos subjetivos cualitativos y de clasificación para hacer evaluaciones a través de un portafolio entero de IyD. Mientras esto ofrece alguna consistencia en el enfoque de la evaluación, estos métodos tienen limitaciones significativas al aplicarse como herramientas de administración (ver el Capítulo 4). El marco económico-ecológico usado en este estudio puede adaptarse o extenderse para representar los siguientes tipos de impactos de IyD:

- Aumento de los rendimientos.
- Reducción de los costos de la producción.
- Cambios inducidos en la demanda (por ejemplo, por investigación en impactos de alimentos en la salud).
- Aumento de la calidad (simulando desplazamientos en la demanda a nivel de la finca).
- Mejoramiento de la tecnología de postcosecha (la opción del modelo vertical).
- Cambios institucionales y organizacionales que pueden mejorar la eficiencia del proceso de IyD; por ejemplo, reducción del tiempo de IyD e incremento del éxito de la investigación.
- Cambios institucionales y organizacionales que impactan extensión y acuerdos comunitarios/familiares que, a su vez, impactan niveles y tasas de adopción.
- Efectos simples en los recursos naturales que se expresan por medio de efectos sobre la productividad *in situ*; tales impactos se pueden valorar en términos de cambios en el costo unitario de producción en el transcurso del tiempo.

El método exige el entrenamiento apropiado de analistas para entender y aplicar la mecánica del análisis, y al mismo tiempo, convertir los problemas del mundo real en escenarios de evaluación realistas, interpretar apropiadamente los resultados analíticos y presentarlos en una manera clara y convincente a quienes toman las decisiones. Los métodos usados exigen habilidades cuantitativas, así como acceso a facilidades de SIG para hacer uso de la representación espacial de IyD, sus impactos y sus beneficiarios.

## 7.4. Recomendaciones

Existen cuatro grupos de recomendaciones relacionados con: 1) el atractivo relativo de los temas evaluados de IyD, 2) la conducción de los estudios de evaluación de la investigación regional, 3) el desarrollo de capacidades, y 4) el desarrollo metodológico.

### 7.4.1. Atractivo relativo de los temas de IyD

En los párrafos anteriores, se han descrito algunas restricciones del análisis, en términos de su alcance, datos y métodos. A pesar de esas limitaciones, el análisis sigue siendo un intento serio, estructurado y cuantitativo para evaluar los beneficios sociales probables de los temas seleccionados de IyD. Es, posiblemente, la primera evaluación de costo-beneficio detallada sobre un rango de tecnologías, *en un contexto de libre comercio*, a nivel subregional de Mesoamérica<sup>8</sup>. Es importante recordar que los temas de IyD se seleccionaron de entre las prioridades nacionales vigentes en cada país por ser de interés común. El objetivo de la evaluación era determinar su importancia relativa *a nivel subregional* (basado en unidades de análisis nacionales y subnacionales).

Dado el amplio rango de beneficios totales esperados (US\$29.1-1 387.7 millones), se necesitarían cambios absolutos significativos para afectar la clasificación de los temas (por ejemplo, seis de los temas necesitarían aumentar los beneficios por lo menos un 80%, sólo para situarse en un lugar más arriba en la clasificación). Esto sugiere que las jerarquizaciones podrían ser bastante robustas.

De acuerdo con el Cuadro 7.1, los temas que alcanzan los beneficios más altos, tanto totales y del productor, son los de MG de maíz y frijol, pastos y forrajes para leche y el MG de arroz. En particular, los temas de MG de maíz, frijol y arroz son los que probablemente requieren de mayor atención de iniciativas de investigación subregional. Por otra parte, los temas de MIP y MG de tomate y papa son los que tienen los beneficios brutos totales y para productores más bajos. Sin embargo, esto puede reflejar, en parte, la baja participación de los países involucrados en este estudio en dichos temas. Con esta reserva, estos cuatro últimos temas probablemente justifican menos atención en el nivel subregional. No es así necesariamente en el nivel nacional, por ejemplo el tema de MG de tomate es en el que Nicaragua alcanza el más alto beneficio neto total de todos los temas en los que participó.

### 7.4.2. Ejecución de la evaluación de la investigación multinacional

Se aprendieron varias lecciones sobre la ejecución de este tipo de evaluación de la IyD a nivel multinacional. Esto se relaciona con la secuencia, la consistencia metodológica, la participación en el análisis de beneficios, la estimación de los costos y la caracterización de las regiones externas.

---

8 Otro tipo de análisis para priorizar investigación en los países de América Central, mediante el método de puntajes (*scoring*), se presenta en Medina Castro 1993.

#### 7.4.2.1. *Secuencia*

Con el propósito de identificar las complementariedades y evitar la duplicación potencial entre países en la aplicación del enfoque espacial de nuevas tecnologías, así como en el análisis de su diseminación, es importante desarrollar un conjunto de ZAEs regionalmente consistentes para tecnologías específicas. Esto requiere del diálogo con científicos, acceso a facilidades de SIG apropiadas, y contar con datos *previo* a la elicitación de otros datos técnicos de IyD (ver la Figura 5.1). *Una vez que se acuerden las zonas de tecnología específica, mediante la elicitación, se puede proceder a recoger la información técnica de las tecnologías nuevas, como también del potencial para transferirlas entre las zonas.*

#### 7.4.2.2. *Consistencia metodológica*

El determinante fundamental de la calidad de la evaluación económica es la consistencia de los datos técnicos y de adopción de IyD. Es importante preparar los materiales apropiados para los científicos y extensionistas que toman parte en el proceso de elicitación, incluyendo, como mínimo, un análisis de las tendencias en la producción, área y rendimiento (comercial y experimental), así como de las estructuras de precios, adopción y costo de la producción cuando sea posible. Esto alimenta el debate científico, que es una parte esencial del proceso de elicitación, sobre el impacto probable de nuevas tecnologías - particularmente con el propósito de establecer los puntos de referencia apropiados *con* y *sin* IyD para el desarrollo de escenarios.

Una manera práctica para mejorar la consistencia de los datos es desarrollar cada elicitación, para un tema de IyD dado, con un solo grupo que comprenda la totalidad de los científicos, extensionistas y otros especialistas. Donde no sea práctico (por ejemplo, por el costo prohibitivo de viajes internacionales), es importante que el mismo analista que ejecuta la evaluación sea responsable del proceso de elicitaciones múltiples para asegurar la consistencia de estas, así como también para minimizar la dispersión de la información entre los grupos. Tener un documento de elicitación apropiado (Anexo 3) también es valioso en la estructuración del proceso de elicitación y provee una guía más detallada para el tipo y formato de datos requeridos.

#### 7.4.2.3. *Participación en el análisis*

En este estudio los países eligieron si participaban o no en la evaluación de un tema de IyD. Estas decisiones se tomaron con base en las prioridades de investigación de un país, otros intereses estratégicos, preocupaciones para minimizar la recolección de los datos y los intereses de los representantes de los países. Para evitar algunos de los factores subjetivos, como también para proveer más información objetiva para tomar tales decisiones, se recomienda que *todos* los países se involucren en los análisis de *todos* los temas elegidos. Esto facilita, además, una estimación más precisa del patrón subregional probable de costos y beneficios que, a su vez, permite una mejor comparación de los atractivos regionales de los temas de IyD a nivel agregado (ya que los resultados regionales contendrían entonces los flujos de costos y beneficios para todos los países).

#### 7.4.2.4. *Estimación de los costos*

No es trivial concebir y aplicar las reglas apropiadas para la asignación de costos, particularmente donde abundan los costos indirectos y subsidios implícitos de IyD. Además, se debe incluir en el análisis costos pertinentes que no son de la IyD, tales como aquellos asociados con la extensión. Cuando se hacen evaluaciones para estimar las ganancias de la inversión, es igualmente importante hacer estimaciones precisas de los flujos de costos, así como para los flujos de los beneficios. Los recursos necesitan ser explícitamente asignados para realizar estimaciones de costos confiables.

#### 7.4.2.5. *Caracterización de las regiones externas*

Los resultados del análisis son sensibles a los supuestos sobre las características de las regiones externas. Primeramente, el alcance del supuesto del mercado externo (equilibrio) es importante, si es simplemente una región de comercio externo neto, comercio mundial neto o de producción y consumo mundiales netos. Bajo un régimen de libre comercio, estos supuestos afectan la magnitud con la que la región externa restringe los cambios de precios regionales; cuanto más grande la región de comercio externo, mayor el efecto de restricción en los precios (ver Anexo 6). Otro supuesto importante es la decisión que se toma acerca del cambio tecnológico en regiones externas. Claramente, los impactos de IyD dentro de la región de estudio serán más grandes, si se hace una suposición simplificadora de ningún cambio técnico para la región externa. Hay un *tradeoff* entre el costo del esfuerzo adicional en la formulación de un escenario de IyD para la región externa y los beneficios potenciales en obtener una estimación más realista (y probablemente más conservadora) de los beneficios dentro de las regiones estudiadas. Sin embargo, si el comercio neto actual es pequeño en relación con la producción dentro de la región (como en la mayoría de los temas considerados), entonces la suposición de cero cambios técnicos externos no debe tener impactos mayores sobre las relatividades de los beneficios estimados. Por otro lado, los analistas deben considerar cuidadosamente (y el modelo *DREAM* puede ayudarlos a ponerlo a prueba) cuál representación es la más apropiada en cada caso.

#### 7.4.3. **Capacitación en evaluación de la investigación**

La capacitación para aplicar el marco económico-ecológico adoptado por este estudio demanda un enfoque interdisciplinario de tres áreas primarias. Ciencias sociales (específicamente economía), biofísicas y geográficas (responsables del manejo de las dimensiones espaciales del IyD usando herramientas como el SIG). La experiencia ha mostrado que el analista de la evaluación es probablemente el economista. Otras especialidades profesionales se pueden incluir en el proceso de evaluación conforme se requieren para la formulación de objetivos, la recolección de datos, el desarrollo de escenarios, el análisis, la interpretación y la presentación de los resultados para la toma de decisiones.

La evaluación de la investigación es un asunto especializado y el uso de herramientas cuantitativas está creciendo rápidamente, pero todavía es un fenómeno relativamente nuevo. Es un reto para los profesionales responsables desarrollar o actualizar las habilidades que necesitan para

satisfacer la demanda creciente de análisis. Existen tres actividades específicas que favorecerían el desarrollo de capacidades en esta área:

- El desarrollo continuo de materiales de instrucción para profesionales, en idioma español, que abarquen el rango de temas conceptuales y metodológicos, estudios de caso del mundo real y herramientas prácticas de implementación, y opciones de difusión (tales como la Internet).
- El establecimiento de mecanismos y currícula para facilitar cursos de capacitación periódicos y de bajo costo dirigidos específicamente a los analistas en la región de ALC<sup>9</sup>, con el propósito de fortalecer y mantener este cuerpo de profesionales en IyD de la región.
- La promoción de una red de información formal o informal entre los analistas de la investigación en la región para proveer medios cotidianos de apoyo profesional y de intercambio de información. Muchos de los problemas metodológicos y prácticos a los que ellos se enfrentan son comunes y habría una alta compensación al fomentarse una mayor interacción. Habría compensaciones adicionales en términos de mejor calidad y eficiencia para actividades conjuntas; por ejemplo, reuniones para fortalecer la evaluación de la investigación a nivel multinacional.

#### 7.4.4. Desarrollo metodológico

Existen tres áreas metodológicas que de acuerdo con la discusión anterior merecen atención continua:

- La capacidad para hacer evaluaciones que tengan en cuenta la interacción entre impactos de IyD en rubros múltiples (impactos de equilibrio general). Esto integraría en la simulación del mercado importantes mecanismos secundarios y de reacción, los cuales servirán para disipar o intensificar los impactos de IyD en formas más realistas, comparadas con el marco de equilibrio parcial (producto homogéneo sencillo) actualmente en uso.
- La extensión del marco para fortalecer el rango y la complejidad de los impactos sobre los *recursos naturales* que pueden ser manejados confiablemente (la implementación de la primera recomendación se ve como una estrategia para ayudar a alcanzar este objetivo).
- El creciente realismo en la representación espacial de precios; por ejemplo, tomar en cuenta los costos de *transporte y otras transacciones*. Dada la confianza ya puesta en las tecnologías SIG, su uso se puede extender (junto con otra información) para estimar los efectos en la formación del precio relacionados con la distancia; esto traería mayor realismo a las respuestas del mercado. La suposición actual de transferencia sin costo entre los mercados puede exagerar, algunas veces significativamente, el potencial para el comercio.

---

9 Incluyendo, por ejemplo, la preparación de evaluaciones *ex ante* de la IyD para apoyar propuestas de financiación. Es probable que los mecanismos de financiación competitivos, tales como el Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, requieran cada vez más de este tipo de apoyo.



## BIBLIOGRAFIA

- Alston, J.M.; Norton, G.W.; Pardey, P.G. 1995. Science under scarcity, Ithaca, Nueva York, EE.UU., Cornell University Press.
- Banco Mundial. 1996. Informe sobre el desarrollo mundial 1996. Washington, D.C.. EE.UU.
- Cremers, M.; Roseboom, J. 1997. Investment trends in public agricultural research in Latin American. La Haya, Holanda, ISNAR. No publicado.
- Edward, G.W.; Freebairn, J.W. 1984. The gains from research into tradeable commodities, American Journal of Agricultural Economics. 66, 1. p. 41-49.
- Davies, H. 1979. The diffusion of process innovations. Cambridge, Reino Unido, University Press.
- Davis, J.; Oram, P.A.; Ryan, J.G. 1987. Assessment of agricultural research priorities: An international perspective. Canberra, Australia, ACIAR. Monograph 4.
- Fernández Cornejo, J.; Shumway, C.R. 1997. Research and productivity in Mexican agriculture. American Journal of Agricultural Economics 79. p. 738-753.
- Holdridge, L. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R., IICA.
- Medina Castro, H. 1991. Métodos y modelos para priorizar investigación agropecuaria. San José, C.R., IICA. Serie Publicaciones Misceláneas SC-14.
- \_\_\_\_\_. 1993. Prioridades de investigación agropecuaria en América Central. San José, C.R., IICA. Serie Publicaciones Misceláneas SC-14.
- \_\_\_\_\_. 1996. Taller sobre Fortalecimiento de Capacidades y Aplicaciones de Prioridades Multinacionales de Investigación en Mesoamérica. San José, C.R., IICA. Serie Ponencias Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos.
- \_\_\_\_\_; Wood, S.R. 1998. Evaluación económica de nuevas tecnologías agropecuarias: multi-mercados, zonificación agroecológica y transferencia de tecnología. Washington, D.C., EE.UU., Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO). Documento de trabajo no. 3.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 1981. Report on the Agroecological Zones Project: Volume 3. Methodology and Results for South and Central America. Roma, Italia. World Soil Resources Report 48/3.
- Sanint, L.R.; Wood, S.R. 1998. Impacto de la investigación del arroz en Latinoamérica y el Caribe durante las últimas tres décadas. San José, C.R., IICA, BID, IFPRI. Serie Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe.

- Wohlgenant, M.K. 1996. The nature of the research - Induced supply shift. **In** Proceedings of the Global Agricultural Science Policy for the 21<sup>st</sup> Century Conference. Melbourne, Australia, Department of Natural Resources and Environment.
- Wood, S.R.; Baitx, W. 1998. *DREAM*: Manual para el usuario. San José, C.R., IICA, BID, IFPRI, CIAT. Serie Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe.
- \_\_\_\_\_; Pardey, P.G. 1993. Agroecological dimensions of evaluating and prioritizing research from a regional perspective: Latin America and the Caribbean. La Haya, Holanda, ISNAR. Discussion Paper 93-15.
- \_\_\_\_\_; Pardey, P.G. 1997. Agricultural aspects of evaluating agricultural R&D. Washington, D.C., EE.UU., IFPRI. EPTD Discussion Paper No. 23.

## **Anexo 1**

### **Determinación de Temas Comunes de Investigación**



### Cuadro A.1.1. Temas de Investigación Subregionales

Para facilitar el proceso de selección de los temas de interés común en Mesoamérica, se solicitó a las instituciones participantes proponer temas de investigación, con el fin de compartírlas con instituciones de otros países de acuerdo con el siguiente formulario:

Temas	Productos	Zonas agroecológicas	Características geofísicas <sup>1/</sup>		
			Altura	Precipitación	Temp.
Ejemplo: Manejo Integrado de Plagas	Papa	Bosque Montano	1400-3200 m.s.m	1000-1300 m.m.	18-20 °C
1					
2					
3					
15					

<sup>1/</sup> Fueron dadas en rangos.

A cada institución se le solicitó especificar cómo está institucionalizado cada tema propuesto en el nivel nacional o de quién proviene la demanda (por ejemplo, si el tema forma parte del Plan Estratégico o de Mediano Plazo del Instituto Nacional de Investigación, del Plan Nacional de Ciencia y Tecnología, de la Propuesta del Cuerpo Técnico, del Plan de Gobierno o si es una demanda de gremios de productores u otros clientes o beneficiarios).

Algunas instituciones presentaron mapas nacionales con la localización de las ZAEs en las que los resultados de la investigación en los temas propuestos son potencialmente aplicables, en el orden nacional.

Cuadro A.1.1. Resumen de Temas Seleccionados por Países (Costa Rica y El Salvador).

Orden	Costa Rica		El Salvador	
	Temas	Productos	Temas	Productos
1	Cita		Generación de cultivos con alto rendimiento, tolerancia a enfermedades	Arroz
2	Reproducción	Carne bovina	Manejo integrado de plagas	Frijol
3	Nutrición	Leche	Generación de cultivos con alto rendimiento y adecuado manejo agrónomico	Maíz
4	Salud	Leche	Mejoramiento de cultivos en ciclo	Sorgo
5	Genética	Leche	Fertilización química y orgánica	Cibicos
6	Mejora genética	Doble propósito	Detección de virus en cítricos por prueba de Elisa de Xiloporoasis, Picovirus, cocconi, CTV (Tristeza)	Naranja
7	Salud animal	Doble propósito	Manejo integrado de plagas	Tomate
8	Asociado	Pastos y forrajes	Manejo integrado de plagas	Chile dulce
9	Salvopastoriles	Pastos y forrajes	Control biológico de plagas insecticidas	Tomate
10	Protección, plagas y enfermedades	Frijol	Evaluación de fuentes y dosis de materia orgánica	Papa
11	Protección	Arroz	Producción de papa por medio de semilla sexual	Volumen de agua captada
12	Mejoramiento genético	Papa	Manejo de aguas lluvia	Leta y forraje para animales
13	Monocultivo	Tomate	Banco proteico	Cedro
14	Mejor genético, nutrición veg., manejo	Yuca	Manejo integrado de plagas	Plantas en viveros forestales
15	Plantación	Naranja	Evaluación de diferentes sustratos en la producción de plantas forestales	Sistemas maíz-sorgo
16	Plantación	Aguaate	Evaluación de las sequías de laderas y la labranza conservacionista en la productividad del suelo en tierra de ladera	Tomate, chile, papaya, ajonjolí, cucurbitáceas
17	Plantación	Cebolla	Manejo integrado de plagas	Frutales y hortalizas
18	Mejoramiento y protección		Riegos	Plátano y papaya
19			Mejoramiento: Introducción de variedades	Leche, carne de cerdo, huevos, carne de aves
20			Arboles y arbustos forrajeros para la producción animal	Leche
21			Métodos de enfriamiento del ganado lechero bajo condiciones de stress climático	Leche, carne de cerdo, huevos, carne de aves
22			Medicina naturopata en el control de enfermedades de animales	Bovinos de doble propósito
23			Desarrollo de pasturas asociadas con <i>Arachis pintoi</i> en el Tópico Seco	Leche, carne de cerdo, huevos, carne de aves
24			Sistemas sostenibles integrales de producción animal en pequeñas fincas	Sistemas sostenibles de P. A.
25			Manejo de concretes para la producción de bogas y sustrato en lombricultura	Leche
26			Nutrición del ganado lechero	Leche
27			Uso de fuentes de alta energía en la alimentación de vacas lecheras	Soya
28			Técnicas de producción de inoculantes	Ajonjolí (enfermedad de la pata negra)
29			Manejo integrado	Frutas, hortalizas, granos básicos y otros productos procesados
30			Utilización de la energía solar para la deshidratación de frutas, hortalizas, granos básicos y otros productos	Soya
31			Técnicas de producción de inoculantes para el cultivo de soya	Ajonjolí
32			Técnicas de control para prevenir la enfermedad, pata negra, en el cultivo de ajonjolí	Ajonjolí
33			Formulación de mezclas de ajonjolí con otras semillas, y frutas deshidratadas para la alimentación humana	Semilla de soya
34			Técnicas para la conservación de semilla de soya bajo condiciones del productor	

Fuente: Información recolectada en el Taller.

Cuadro A.1.2. Resumen de Temas Seleccionados por Países (Guatemala y Honduras).

Orden	Guatemala		Honduras	
	Temas	Productos	Temas	Productos
1	Abonos orgánicos	Maíz	Mejoramiento genético	Sorgo, frijol, arroz, maíz, soya, cebolla, papa.
2	Macronutrientes	Maíz	Protección vegetal	Sorgo, frijol, arroz, maíz, cebolla, repollo, papa, tomate, forestal
3	Evaluación de cultivares	Maíz	Nutrición vegetal	Sorgo, maíz, soya, cebolla, repollo, papa.
4	Evaluación de cultivares	Frijol	Manejo	Sorgo, arroz, maíz, repollo, papa, forestal.
5	Evaluación de cultivares	Arroz		
6	Mejoramiento genético	Papa		
7	Mejoramiento genético	Papa		
8	Manejo integrado de plagas	Tomate		
9	Evaluación de productos químicos	Mango		
10	Poscosecha	Naranja		
11	Manejo integrado de plagas	Aguacate		
12	Evaluación de variedades	Melón		
13	Manejo integrado de plagas	Pastos y forrajes		
14	Manejo integrado de plagas	Pastos y forrajes		
15	Ecología y métodos curativos	Ganado B.D		
16	Selección de especies arbóreas	Pastos y forrajes		
	Multiplicación de semillas			

Fuente: Información recolectada en el Taller.

Cuadro A.1.3. Resumen de Temas Seleccionados por Países (México y Nicaragua).

Orden	México		Nicaragua		Productos
	Temas	Productos	Temas	Productos	
1	Sistemas agroforestales	Arboles de uso múltiple Tomate, cucurbitáceas Plátano Café Coco Palma de aceite Pastos tropicales Cacao Frijol Papa	Generación y difusión de variedades mejoradas de arroz para riego y secano Generación y difusión de variedades mejoradas de sorgo de grano blanco con calidad tortillera Generación y difusión de variedades de frijol rojo con tolerancia a factores bióticos y abióticos Generación, transferencia y conservación de bancos de germoplasma de cultivos frutales Generación y transferencia de tecnologías en cultivos hortícolas Manejo y mejoramiento de pesaños Transferencia de prácticas tecnológicas en aves y cerdos Producción de semillas de especies forrajeras Manejo agronómico de granos básicos y cultivos diversos Manejo y conservación de suelos para la producción de granos básicos	Arroz para riego y secano Sorgo Frijol rojo Maíz, ajonjolí y soya Cultivos frutales Cultivos hortícolas Cultivos de raíces y tubérculos Pastos Aves y cerdos Especies forrajeras Granos básicos y cultivos diversos Granos básicos	
2	Virus transmitido por mosquitos blancos				
3	Manejo integrado de sigatoka negra				
4	Desarrollo de variedades de cacao tolerantes a roya				
5	Tecnología de producción de palma de aceite				
6	Transferencia de tecnología para aprovechamiento de pastos tropicales				
7	Selección y evaluación de clones de alta productividad y tolerantes a enfermedades				
8	Desarrollo de variedades tolerantes al virus de mosaico domado				
9	Manejo integrado de enfermedades				
10					
11					
12					

Fuente: Información recolectada en el Taller

Cuadro A.1.4. Resumen de Temas Seleccionados por Países (Paraguay y República Dominicana).

Paraguay		República Dominicana	
Temas	Productos	Temas	Productos
Evaluación de cultivos Microorganismos, micromutaciones, enfermedades Factores de protección reproductiva Factores etiológicos de enfermedades y patógenos identificados Evaluación de cultivos Manejo integrado de plagas y enfermedades Manejo integrado (genético, biológico, cultural y ecológico) de plagas benéficas Identificar cultivos con resistencia a <i>Phytophthora</i> Cultivos con tolerancia a pseudomonas Importancia e incidencia económica de nematodos Niveles críticos de NPKS.P temas de dosis de N.O. Elementos Densidad o tamaño de bacteria como semilla	Arroz Arroz Carna bovina Carna bovina Yuca Yuca Papa Papa Tomate Tomate Cebolla Cebolla	Caracterización y evaluación de parámetros: granubios, manucya, palmito, piboyu, etc.  Manejo integrado de plagas  Evaluación y desarrollo de sistemas agroforestales  Identificación y evaluación de biocontroladores  Desarrollo de métodos de producción masiva de biocontroladores  Técnicas de producción de semillazumaterial de propagación  Est. producción y crecimiento esp. lev. b. líquido Est. producción y crecimiento esp. lev. b. seco Nivel. de sistemas de producción en labera  Interes. en labraza de conservada  Manejo del suelo y fertilidad  Control de enfermedades bacterias  Manejo preventivo  Manejo de aguas a nivel de finca  Sistemas basados en cultivos de cobertura  Asistencia técnica Procedimientos agroforestal	Mango, aguacate, papayo, zapote, tamatindo Nana, yuca, yandupapa Tomate Cuscuta, frijol, compae Arroz, maíz, sorgo, trigo Café, cacao Plátano, banana, rubo Guandules, leguminosas Citricos, aguacate, papaya, mango Tomate Arroz, maíz, sorgo Café, cacao  Citricos, aguacate, mango Plátano y banana Nana, yuca Coco, palma  Citricos, aguacate, mango Tomate, vegetales chinos Café, cacao  Citricos, aguacate, mango Tomate Café, cacao, café  Gramíneas, leguminosas Nana, papa, yuca, yuca Cacha, roble, cedro, etc. Ají, tomate, berrojena, etc. Roble, palma, cacha, etc. Guayaca, prosopis, palma Guandul, frijol Maíz y sorgo Papa, yuca, nana  Arroz, maíz Frijol, guandul Yuca, nana, yuca, beta  Tomate Arroz, maíz y sorgo Plátano papao Coco, palma  Citrico, aguacate, mango  Mango, lachosa, aguacate, etc. Tomate, berrojena, ají Yuca, nana, yuca, beta  Tomate, berrojena, ají Arroz, maíz, sorgo Plátano y banana Frijol  Citricos, aguacate Plátano Maíz y sorgo Coco, palma  Cafes, onjes Yuca

Fuente: Información recolectada en el curso-taller de Mesoclimas el 21 de agosto de 1996.



Cuadro A.1.6. Interés para Desarrollar Temas Comunes de Investigación.

TEMAS	Países							
	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	México	Nicaragua	Panamá	Rep. Dominicana
<b>Mejoramiento genético</b>								
Frijol	X	X	X	X	X	X	X	X
Tomate	X	X	X	X	X	X	X	X
Papa	X	X	X	X	X	X	X	X
Maíz	X	X	X	X	X	X	X	X
Arroz	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Agroforestería</b>								
Silvoagrícola	X	X		X	X	X		X
<b>Pastos y forrajes (herbáceas)</b>								
Doble propósito (leche o carne)	X	X	X	X	X	X		X
<b>Manejo integrado de plagas</b>								
Papa	X	X	X	X	X	X	X	X
Tomate	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Protección vegetal</b>								
Papa	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Cría-mejoramiento reproductivo</b>								
Carne bovina	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: Información recolectada en el Taller.

Cuadro A.1.7. Temas Comunes Factibles de Cuantificar de Acuerdo con Participantes.

Temas	Precio	Cambio en el rendimiento o costo	Costo asociado al productor	Posibilidad de elaboración ZAE	Producción o consumo	Tiempo de liberación de la tecnología	Probabilidad de éxito	Estimación de adopción	Experiencia de investigación
<b>Mejoramiento genético</b> Frijol Tomate Papa Maíz Arroz									
<b>Agroforestería</b> Silvopastoral Sist. silvopastoriles (bancos forrajeros) Arbustiva y árboles <b>Pastos y forrajes (herbáceas)</b> Doble propósito (leche o carne) <b>Manejo integrado de plagas</b> Papa Tomate									
<b>Cris-mejoramiento reproductivo</b> Carne bovina									

Fuente: Cuadro Diseñado con base en el Cuadro 3.1.

Cuadro A.1.8. Temas Comunes Factibles de Cuantificar de Acuerdo con Participantes.

Temas	Precio	Cambio en el rendimiento o costo	Costo asociado al productor	Posibilidad de elaboración Z/AE	Producción o consumo	Tiempo de liberación de la tecnología	Probabilidad de éxito	Estimación de adopción	Experiencia de investigación
<b>Mejoramiento genético</b>									
Frijol	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Tomate	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Papa	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Maíz	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Aroz	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Agroforestería</b>									
Silvopastoral	2	1	2	3	2	3	3	3	3
Sist. silvopastoriles (bancos forrajeros) Arbustivos y arbóreas	2	2	2	3	2	3	3	3	3
<b>Pastos y forrajes (herbáceas)</b>									
Doble propósito (leche o carne)	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Manejo integrado de plagas</b>									
Papa	3	2	2	3	3	3	3	2	3
Tomate	3	2	2	3	3	3	3	2	3
<b>Cria-mejoramiento reproductivo</b>									
Carne bovina	3	2	2	3	3	3	3	3	3

Fuente: Información recolectada en el Taller



## **Anexo 2**

### **Producción y Tecnología de Algunos Productos en Mesoamérica**



## **A.2.1. Guatemala**

### **A.2.1.1. Maíz - Guatemala**

El cultivo de maíz en Guatemala es de gran importancia para la mayoría de la población, especialmente del área rural, que obtiene de este cereal un alto porcentaje de sus requerimientos proteicos y energéticos, ya que en estas áreas la alta explosión demográfica, el minifundio, los limitados recursos económicos y la baja escolaridad tipifican en su mayoría una marcada agricultura de subsistencia.

El maíz aporta el 45% de las calorías per cápita diarias de la población guatemalteca, dedicándose aproximadamente 500 000 hectáreas para el cultivo solo y 165 000 hectáreas para el cultivo asociado con frijol, sorgo, ajonjolí y otros. Desde 1970 la tasa anual de crecimiento de la producción ha sido mayor del 3%, teniéndose un nivel de autosuficiencia del 86%, con potencial de lograr autoabastecimiento y exportación.

Su cultivo puede observarse casi en cualquier región del país, desde el nivel del mar hasta arriba de los 2500 msnm. En 1991 se reportó una superficie cosechada de 652 610 hectáreas con una producción de 1 145 050 toneladas.

Las expectativas de investigación del área total sembrada se puede desglosar en 30% con potencial neto en el corto y mediano plazos para el desarrollo de variedades de polinización libre en el área localizada en el altiplano medio y alto (altitudes arriba de los 1200 msnm) y el área complementaria (70%) puede tipificarse con potencial para el desarrollo tanto de variedades de polinización libre como de variedades híbridas, con tendencia en el corto o mediano plazo para que el uso de semilla híbrida llegue a ocupar el mayor porcentaje de esta área (altitudes menores de 1000 msnm), especialmente por parte de medianos y grandes productores con mayores capacidades de manejo y comercialización.

#### **A.2.1.1.1. Líneas de investigación en maíz**

##### **Generación y mantenimiento de variedades de maíz de polinización libre con adaptación a diferentes zonas ecológicas de Guatemala**

###### **Justificación**

El uso frecuente de variedades criollas de reducida adaptación o de generaciones avanzadas de variedades mejoradas, que han disminuido su potencial genético original y condiciones limitantes de carácter biótico, son factores que condicionan y limitan el incremento de la producción y productividad del cultivo de maíz en las diferentes zonas ecológicas de Guatemala.

###### **Objetivos**

Generar y mantener, para su difusión, variedades mejoradas de polinización libre que muestren alto potencial de rendimiento y características agronómicas y de adaptación adecuadas para cada una de las diferentes zonas ecológicas de Guatemala, y que permita incrementar la producción y productividad del cultivo.

## **Desarrollo, mejoramiento y mantenimiento de híbridos de maíz con adaptación a la zona tropical baja de Guatemala**

### **Justificación**

El uso de variedades de bajo potencial de rendimiento y características agronómicas indeseables y algunas condiciones de carácter biótico y abiótico adversas, limitan el incremento de la producción y la productividad en las zonas con ambiente y manejo más favorables para el cultivo de maíz.

### **Objetivo**

Desarrollar, mejorar y mantener, para su difusión, cultivares híbridos con alto potencial de rendimiento y características agronómicas deseables, que permitan incrementar la producción y la productividad del cultivo con énfasis en aquellas áreas que presentan mejores condiciones ambientales y de manejo.

### **A.2.1.2. Frijol - Guatemala**

El frijol, que se siembre en el 31% del área total cultivada con granos básicos, ocupa el segundo lugar en la dieta de los guatemaltecos, con una ingesta diaria promedio para adultos de 58g/día. El consumo aparente per cápita para Guatemala se calcula en 0.1 kg/persona. Sin embargo, la producción a nivel nacional ha disminuido en los últimos años, dada la reducción del área de siembra y los bajos rendimientos provocados por plagas, enfermedades y efectos ambientales. Esta situación ha conducido a que los programas de investigación orienten su trabajo hacia el mejoramiento de variedades para incrementar el rendimiento y tengan tolerancia a plagas y enfermedades, así como mayor precocidad para evitar los efectos de las sequías estacionales.

En los últimos 25 años, en la producción total de frijol, se ha dado una fluctuación, entre 35 000 y 116 000 toneladas, con una tendencia de incremento en el orden del 3.6% anual. La superficie cosechada ha tenido una fluctuación mayor y varía entre 64 610 a 172 060 hectáreas, con un crecimiento del 3.5% anual.

En los últimos años, el consumo nacional ha sido superior a la oferta, creando un déficit que ha originado importaciones que de 1972 a 1990 ascienden a US\$17 009 490, con mínimos volúmenes exportados, originando un saldo negativo en el balance de divisas del comercio exterior.

#### **A.2.1.2.1. Líneas de investigación en frijol**

### **Desarrollo de variedades de frijol común para sistemas de producción en Guatemala**

#### **Justificación**

Dada la importancia del frijol en la dieta de los guatemaltecos, el mejoramiento de variedades para incrementar el rendimiento y la tolerancia a plagas y enfermedades es una actividad perma-

nente para proveer soluciones más económicas a los productores a largo plazo, sin olvidar una posible solución integrada a las diferencias de los problemas identificados.

### **Objetivo**

Desarrollo, a través del mejoramiento genético, de variedades con resistencia a por lo menos dos factores bióticos que limitan la producción de frijol y con rendimientos aceptables.

### **A.2.1.3. Arroz – Guatemala**

La demanda de arroz está integrada principalmente por la demanda de consumo humano. También la integran en menor proporción la demanda por la agroindustria, las exportaciones y la demanda por semilla. El consumo per cápita se calcula en 5.7 kg/año. En el área rural, donde se concentra la mayor parte del estrato de la población de bajos ingresos, el consumo de arroz alcanza niveles de 1.5 a 3.5 kg/persona/año. En el área urbana el rango de consumo es de 5 a 12 kg/persona/año, según estratos de niveles de ingreso.

El arroz está considerado como el tercer grano alimentario. Con la adopción y el cultivo de variedades mejoradas, se logró el incremento de la producción y la productividad de arroz, lo que permitió al país alcanzar la autosuficiencia de este grano. El Departamento de Estadísticas Agropecuarias del Banco de Guatemala reporta que en 1979 (cuando aún predominaba el uso de variedades importadas), la producción fue de 24 500 toneladas de arroz en granza, mientras que en 1988, con el uso predominante de las variedades del ICTA, la producción prácticamente se triplicó, produciéndose 69 400 toneladas.

Su cultivo ofrece la oportunidad de mejorar los ingresos del país en divisas. La explotación en forma tecnificada de arroz puede competir favorablemente con otras actividades agrícolas empresariales. Para ello, el país dispone de extensas áreas ubicadas en las costas del Atlántico y el Pacífico, con características muy apropiadas para la producción de arroz y donde un alto porcentaje de los suelos sólo es apto para este cultivo.

Sin embargo, la siembra mayoritaria en condiciones de secano y la alta incidencia de enfermedades (Pyricularia), hacen necesario establecer y ejecutar programas integrales de generación de diversas variedades, así como validar y promover tecnología que permita aumentar el área, la producción y la productividad del cultivo de arroz inundado.

#### **A.2.1.3.1. Líneas de investigación en arroz**

##### **Desarrollo de variedades de ciclo intermedio y tardío de grano largo para secano favorecido y riego**

##### **Justificación**

El país dispone de extensas áreas ubicadas en las costas del Atlántico y el Pacífico, con características climáticas apropiadas para la producción y en donde un alto porcentaje de los suelos sólo

es apto para el cultivo de arroz. Su cultivo ofrece la oportunidad de mejorar los ingresos de los productos y del país y puede competir favorablemente con otras actividades agrícolas empresariales.

### **Objetivo**

Generar variedades con resistencia más estable y duradera a pyricularia y otras enfermedades e insectos, que tengan alto potencial de rendimiento, calidad industrial, culinaria y alimenticia.

#### **A.2.1.4. Papa - Guatemala**

La papa es una de las hortalizas más importantes de Guatemala, debido a los altos niveles de consumo local y de exportación. En la actualidad, se siembran alrededor de 12 000 a 14 000 hectáreas anualmente. La producción varía entre 120 000 y 140 000 t anuales. De esta producción se exportan entre 14 000 y 30 000 t anualmente.

##### **A.2.1.4.1. Líneas de investigación en papa**

###### **Control integrado en papa**

###### **Justificación**

Para obtener altos rendimientos, los agricultores hacen aplicaciones periódicas de plaguicidas, por lo que alternativas tecnológicas, como el uso de variedades tolerantes, la utilización de semilla libre de enfermedades, aplicaciones de insecticidas biológicos y la reducción del número de aplicaciones, son necesarias para reducir los costos de producción y aumentar la rentabilidad del cultivo.

###### **Objetivo**

Reducción del uso de plaguicidas en un 25%, sin disminuir la rentabilidad del cultivo.

#### **A.2.1.5. Bovinos - Guatemala**

La población de ganado bovino en Guatemala se estima en 2.5 millones de cabezas, que se encuentran distribuidas por todo el país. Se calcula que aproximadamente el 76% de los animales se orienta al doble propósito, en tanto que sólo el 1.9% es ganado lechero especializado y el 22.1% ganado especializado para la producción de carne.

##### **A.2.1.5.1. Líneas de investigación en el área de producción animal**

La tecnología utilizada en la producción ganadera bovina se considera de baja productividad, especialmente a nivel de pequeños productores de ganado bovino de doble propósito. En tal sen-

tido, se propone para estos productores la implementación de sistemas silvopastoriles, para tener un manejo sostenido de los recursos donde se encuentran establecidos tales sistemas de producción.

### **Justificación**

Diseñar y proponer sistemas mejorados de producción que consideren innovaciones tecnológicas ajustadas a la cantidad y calidad de los recursos disponibles en las unidades de producción, introduciendo árboles para regular la temperatura y proporcionen fuentes alternativas de proteínas.

### **Objetivo**

Evaluar el crecimiento y producción de biomasa de árboles y pastos en sistemas silvopastoriles.

#### **A.2.1.6. Presupuestos**

Presupuesto para líneas de investigación en maíz	US\$60 000.00
Presupuesto para líneas de investigación en frijol	US\$25 000.00
Presupuesto para líneas de investigación en arroz	US\$15 000.00
Presupuesto para líneas de investigación en papa	US\$15 000.00
Presupuesto para líneas de investigación en pastos y forrajes	US\$10 000.00

Tasa de cambio: Q.6.00 por US\$1.00

### **A.2.2. México**

#### **A.2.2.1. Maíz - México**

El cultivo del maíz actualmente ocupa el primer lugar en la producción agrícola mexicana. En los últimos cinco años se han producido 18.2 millones de toneladas en promedio. La producción se realiza mediante la aplicación de una gran variedad de paquetes tecnológicos, desde los más tradicionales hasta los modernos, que hacen uso intensivo de capital.

Para mejorar la productividad del maíz, que por cierto es muy baja en la mayor parte de las áreas productoras de México, se han propuesto diferentes medidas, una de las cuales consiste en utilizar semilla mejorada, preferiblemente de híbridos, porque con éstos se obtienen rendimientos más altos que con las variedades. Sin embargo, por la gran diversidad de condiciones agroclimáticas en las que se produce el maíz, se requiere que los híbridos estén acordes a esas condiciones para que puedan expresar todo su potencial.

#### **A.2.2.2. Frijol - México**

El cultivo del frijol en México se realiza desde la aparición de las primeras tribus que poblaron al Altiplano Mexicano, para las cuales era uno de los alimentos principales. Actualmente, el

papel de esta leguminosa sigue siendo fundamental para la economía campesina, ya que representa una fuente importante de ocupación e ingreso, así como una garantía de seguridad alimentaria, mediante el autoconsumo; además, representa la principal fuente de proteínas para amplios sectores de la población mexicana.

El frijol ocupa el segundo lugar dentro de los principales 30 cultivos del país. La superficie sembrada abarca entre el 12% y el 14% de la superficie agrícola total y el 14% del total de las unidades productivas del país. Su cultivo se realiza en 32 estados de la república. Durante la década de los noventa la producción fue superior a 1.2 millones de toneladas, llegando incluso en 1991 y 1994 a rebasar 1.3 millones de toneladas.

La planta de frijol es muy vulnerable a las sequías, a las heladas, al ataque de plagas y enfermedades y al exceso de lluvias fuera de tiempo. Una manera de resolver estos problemas a bajo costo es mediante el mejoramiento genético; por lo tanto, gran parte de los recursos del INIFAP están dirigidos a crear variedades de frijol con mejores características agronómicas.

### **A.2.2.3. Arroz - México**

El arroz es uno de los alimentos básicos del pueblo de México. Durante la década de los ochentas se producían anualmente 587 157 toneladas de arroz en promedio, pero al abrir México sus fronteras a los productos del extranjero la producción nacional disminuyó a tan sólo 360 595 toneladas en promedio, debido a la baja productividad de algunos agricultores. Empujados por la necesidad de ser competitivos, productores y dependencias gubernamentales iniciaron un proceso para mejorar la cadena productiva del arroz. Al INIFAP le correspondió el compromiso de generar tecnología más eficiente.

Durante muchos años, el INIFAP ha generado por métodos convencionales de fitomejoramiento variedades de alto rendimiento para las diversas zonas productoras de México, algunas de las cuales han roto récords de rendimiento a nivel internacional. Sin embargo, se estima que mediante esos métodos tradicionales es difícil superar la barrera de las 12t/ha que ya se obtienen comercialmente, de ahí que se haya propuesto recurrir al mejoramiento de arroces híbridos, ya que a través de la heterosis se espera incrementar los rendimientos entre un 30% y un 35% sobre los que se producen con las variedades convencionales.

### **A.2.2.4. Jitomate – México**

A nivel mundial, las enfermedades causadas por geminivirus y transmitidas por la mosquita blanca han disminuido en el rendimiento en más de 40 especies cultivadas. Los daños varían de un 20% a un 100%, dependiendo del cultivo, período del mismo, población del vector, etc.

El cultivo de jitomate en el ciclo otoño-invierno con riego en el estado de Morelos fue importante; se llegaron a cultivar hasta 3 000 hectáreas, pero la enfermedad causada por geminivirus - conocida localmente como "chino"- casi hizo desaparecer el cultivo, al grado que actualmente sólo se llegan a cultivar menos de 200 hectáreas. Como el jitomate en esta temporada alcanza precios

altos y genera muchos empleos, se decidió enfrentar el problema, no obstante su magnitud, a través de la formación de un equipo interdisciplinario que atacará integralmente el problema. Es importante hacer notar que el problema del “chino” afecta muchas zonas productoras de México, por lo que los beneficios de la investigación que se realice en Morelos podrían extenderse a estas zonas.

### **A.2.3. Panamá**

#### **A.2.3.1. Arroz - Panamá**

Es el principal grano básico de la población panameña, y representa el segundo cultivo de importancia económica con el 23% del producto interno bruto agropecuario (PIBA). Su consumo per cápita está estimado en 69 kg/persona/año.

Para cubrir la demanda anual, se siembran unas 70 000 hectáreas mecanizadas, las cuales representan una producción estimada de arroz en cáscara, limpio y seco de 239 272 toneladas. El consumo está estimado en 16 095 toneladas/mes expresada en cáscara, limpio y seco.

El IDIAP y la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá generan variedades mejoradas y tecnologías para el manejo integrado del cultivo.

Para completar las acciones de generación y transferencia de tecnología, el país se adhirió al Fondo Latinoamericano y del Caribe de Arroz de Riego (FLAR). Además, se presentó una propuesta para la creación de un centro para el desarrollo de variedades para sistema de secano favorecido y riego con posibilidad de financiamiento del Gobierno de la República de China y la Universidad de Texas A&M de los Estados Unidos.

#### **A.2.3.2. Papa - Panamá**

La papa ha sido considerada como un cultivo estratégico de consumo interno. El consumo per cápita se ha estimado en 10 kg/persona/año. La superficie de siembra anual se calcula en 1 100 hectáreas con una producción estimada en 24 200 toneladas.

El cultivo tiene elevados costos de producción, debido al uso intensivo de plaguicidas y fertilizantes (químicos y orgánicos) que, a su vez, causan problemas de contaminación del ambiente y de residuos tóxicos en las cosechas dirigidas al consumo.

El ingreso de Panamá a la OMC y la progresiva reducción de los aranceles hasta su total eliminación plantea la necesidad de que el IDIAP genere y valide, y los agricultores adopten, tecnologías de producción eficientes que hagan competitivo el cultivo. Para ajustarse a la misión institucional, estas tecnologías deben, al mismo tiempo, ser amigables con el agroecosistema y tener un impacto social positivo. En la actualidad, el IDIAP cuenta con tecnologías que responden a estas necesidades, así como a las demandas de los agricultores. Las mismas se ofrecen en paquetes tecnológicos flexibles para el manejo integral del cultivo, con los que pueden obtenerse incrementos en los rendimientos de 24% o más sobre el promedio nacional y reducciones significativas en

las aplicaciones de plaguicidas, que representan disminuciones en los costos de producción de entre 20% y 30%.

El IDIAP tiene en ejecución el proyecto de investigación y transferencia para el manejo integral del cultivo de papa, cuyo objetivo es generar, adaptar, validar y transferir nuevas tecnologías, que logren incrementar los rendimientos, la competitividad y la sostenibilidad del sistema de producción.

#### **A.2.3.3. Tomate - Panamá**

La producción de tomate industrial representa una actividad económica importante en las provincias centrales, en donde generan unas 157 680 jornales anuales. En el ciclo 1995-1996 se sembraron 890 hectáreas, con un rendimiento promedio de 29 t/ha.

Con la adhesión de Panamá a la OMC y la desgravación arancelaria pactada con el Banco Mundial, las instituciones responsables de generar y transferir agrotecnologías como el IDIAP, se vieron obligadas a emplear estrategias para la producción sostenida de este rubro. Para alcanzar estos objetivos, el IDIAP tiene en ejecución dos proyectos (mejoramiento genético y manejo integral del cultivo), los cuales hacen énfasis en el desarrollo de variedades tolerantes a las principales enfermedades, de altos rendimientos y con calidad en brix y p.h. exigido por la agroindustria. Con el manejo integral del cultivo se procura desarrollar agrotecnologías que reduzcan el uso de plaguicidas a través del manejo integrado de plagas, el manejo agronómico y prácticas de manejo del agua que reduzcan los costos unitarios de producción y eleven la competitividad del producto.

**Anexo 3**  
**Cuestionario**



**Anexo A.3.1. Cuestionario sobre Variables y Parámetros Científicos  
de Investigación Agrícola y Pecuaria para Mesoamérica**

***I INFORMACION GENERAL***

- 1- Rubro \_\_\_\_\_
- 2- Tema \_\_\_\_\_
- 3- Tema específico \_\_\_\_\_
- 4- Sistema(s) de producción: \_\_\_\_\_
- 5- País: \_\_\_\_\_
- 6- Encuestador:

Nombre: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Especialidad: \_\_\_\_\_

***II INFORMACION ESPECIFICA***

**1- Encuestados**

Nombre	Cargo que desempeña*	Especialidad	Institución

\* Se refiere al puesto jerárquico y funcional que efectúa en su trabajo el encuestado.

- 2- Disciplinas Específicas Asociadas a la Investigación:** Enumere las disciplinas específicas o programas que contribuyan a la investigación y cuántos científicos (en términos de tiempo completo, aunque el especialista no trabaje tiempo completo en el tema) actualmente hacen investigación en este tema.

<b>Disciplinas Específicas o Programas de Investigación</b>				
<b>Nombre</b>	<b>Disciplina específica</b>	<b>Grado académico</b>	<b>Tiempo destinado meses/año</b>	<b>Salario mensual (bruto) US\$</b>

- 3- Resultados esperados:** ¿Cuáles son los resultados esperados de la investigación directamente (por ej., incremento de rendimiento, disminución en suelos perdidos)? Por cada resultado esperado dé una breve descripción de las actividades por desarrollar.

3.1. Resultado esperado 1:

- 3.1.1. Actividades de investigación para lograr el resultado
- 3.1.2. Actividades de investigación para lograr el resultado

- 4- ¿Cuál es la probabilidad de éxito de obtener los resultados esperados del tema específico?**

5- **Zonas Agroecológicas (ZAEs):** ¿Cuáles son las ZAEs que corresponden a cada resultado esperado y el tiempo necesario para desarrollar las tecnologías requeridas (meses)? Estas ZAEs pueden ser diferentes para cada producto, sistema de producción o área de investigación.

Resultado	Tiempo para generar tecnol. (meses)	ZAEs	Criterio para definir los límites de las ZAEs						
			Precip.	Altitud	Temp.	Hr	Suelos	Topog.	Pend.

Hr.: Humedad relativa

6- **Indicadores:** Datos históricos de los indicadores de impacto por cada resultado esperado. (graficar con puntos antes de la entrevista) (kg o t/ha, \$/ha)

País	Indicador

1980 1985 1990 1995 1996 2000 2005



**7.B. Cuantificación de los impactos esperados. Por cada ZAE indique el impacto esperado en el tema de investigación.**

Rubro: \_\_\_\_\_ Precio: \_\_\_\_\_ \$/kg.

ZAES 1: \_\_\_\_\_ Area cultivada: \_\_\_\_\_ ha # animal: \_\_\_\_\_ UA/ha Pasto mejorado: \_\_\_\_\_ ha Especie \_\_\_\_\_ Pasto natural: \_\_\_\_\_ ha

ZAES 2: \_\_\_\_\_ Area cultivada: \_\_\_\_\_ ha # animal: \_\_\_\_\_ UA/ha Pasto mejorado: \_\_\_\_\_ ha Especie \_\_\_\_\_ Pasto natural: \_\_\_\_\_ ha

ZAES 3: \_\_\_\_\_ Area cultivada: \_\_\_\_\_ ha # animal: \_\_\_\_\_ UA/ha Pasto mejorado: \_\_\_\_\_ ha Especie \_\_\_\_\_ Pasto natural: \_\_\_\_\_ ha

ZAES 4: \_\_\_\_\_ Area cultivada: \_\_\_\_\_ ha # animal: \_\_\_\_\_ UA/ha Pasto mejorado: \_\_\_\_\_ ha Especie \_\_\_\_\_ Pasto natural: \_\_\_\_\_ ha

Resultado	ZAE	Sin tecnología		Con tecnología															
		Rendim. leche kg/ha/año	Costo (2) \$/ha/año	Producción t/leche/año	Costo (2) \$/ha/año														
		VME	VMP**	VMax*	VME	VMP	VMax*	VME*	VMP	VMax*									

\* VME = Valor mínimo esperado.  
 \*\* VMP = Valor más probable.  
 \*\*\* Vmax\* = Valor máximo esperado.  
 (1) Costo de producción por ha.

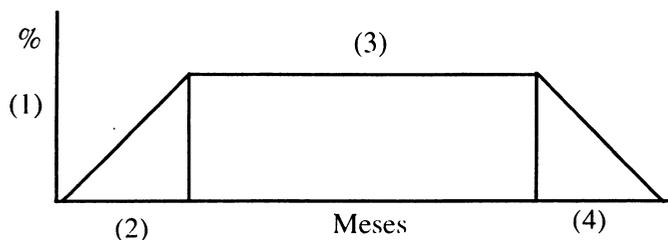
**INVESTIGACION AGRICOLA**

**8- Contribución de las disciplinas.** ¿Cuál es la contribución en porcentaje de las disciplinas anteriormente mencionadas para obtener el resultado esperado y si hay diferencias por ZAEs?

Resultados y ZAEs:		Disciplinas				
Resultado	ZAE	Disciplina 1	Disciplina 2	Disciplina 3	Disciplina 4	Porcentaje total
						100%
						100%
						100%
						100%

**9- Perfil de adopción.** Porcentaje máximo de adopción y tiempo, en meses, de los parámetros de adopción (ver figura) por ZAEs.

Resultado	ZAE	% máximo de adopción de la tecnología (1)	Meses para alcanzar el % máximo de adopción (2)	Tiempo de uso máximo de la tecnología (meses) (3)	Tiempo de desadopción (meses) (4)



**10- Matriz de transferencia del resultado esperado.**

De la ZAE	A la ZAE			
	1	2	3	4
1	100%			
2		100%		
3			100%	
4				100%

**Anexo 4**  
**Información Técnica y Económica**



Cuadro A.4.1. Mesoamérica: Información Técnica y Económica de Mejoramiento Genético de Arroz.

VARIETADES	INVESTIGACION					ADOPTACION					MERCADO							
	Cambios en Rendim. Roca-Roa		K por regiones	Probabil. de éxito	Tiempo de generación	Tiempo para máx. adopción	Tiempo de adopción en nivel máximo	Tiempo para desarrollar la región	Producción actual de la región	Producción del país	Consumo del país	Precio	Elasticidad oferta		% de la producción nacional			
	(1) %	(2) %											(3) %	(4) %		(5) años	(6) años	(7) %
<b>COSTA RICA</b>																		
Resistencia a la pycnolera, hoja blanca, calidad molinera	11.9	2.2	9.7	90	4.0	3.0	70.0	8.0	10.0	33.43								14.9
	7.0	4.4	2.5	90	4.0	3.0	70.0	8.0	10.0	43.54								19.4
	10.0	5.6	4.4	90	3.0	3.0	80.0	8.0	10.0	14.84								6.6
	12.0	6.7	5.3	90	3.0	3.0	80.0	8.0	10.0	95.96								42.8
<b>EL SALVADOR</b>																		
Tolerancia a enfermedades y buen tipo agronómico	71.8	62.7	9.1	95	6.0	4.0	60.0	10.0	10.0	69.30	94.69	216.33	1	1				100.0
<b>GUATEMALA</b>																		
Resistencia Pycnolera			22.0	90	7.0	2.0	80.0	3.0	2.0	18.90								41.1
Resistencia Pycnolera			32.0	75	4.0	2.0	80.0	99.0	4.0	32.30	96.83	105.68	1	1				33.4
<b>MEXICO</b>																		
Obtención de híbridos de arroz	41.2	2.0	39.2	90	5.0	5.0	100.0	5.0	1.5	24.43	343.00	683.70	1	1				7.1
<b>NICARAGUA</b>																		
Tolerancia a enfermedades fungosas	24.6	2.9	21.6	90	5.0	2.0	70.0	5.0	1.0	30.04	129.17	181.25	1	1				23.3
	16.6	3.0	13.7	60	5.0	2.0	80.0	5.0	1.0	45.00								34.8
<b>PANAMA</b>																		
Resistencia estable a la			9.7	90	5.0	3.0	80.0	12.5	3.0	201.30	202.45	223.93	1	1				100.0
<b>REPUBLICA DOMINICANA</b>																		
Purificación de dos variedades de arroz.	14.8		14.8	95	2.0	1.0	95.0	6.0	4.0	152.56	508.53	528.18	1	1				30.0
			7.5	95	2.0	1.0	95.0	6.0	4.0	284.78								56.0

(e) Valores promedio 1991, 1992 y 1993.

Fuentes: Naciones Unidas, CEPAL. "Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996.

CORCEA, "Ormos Básicos en Centroamérica Información Estadística 1990-1996", Mayo 1997.

Datos de parámetros técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto BIP-2.

Cuadro A.4.2. Mesoamérica: Información Técnica y Económica de Mejoramiento Genético de Frijol.

REGIONES	INVESTIGACION					ADOPCION					MERCADO							
	Cambios en Rendim. Rcon-Rain		K por regiones	Probabili de éxito	Tiempo de generacion	Tiempo para máx. adopcion	Techo de adopcion	Tiempo en nivel máximo	Tiempo para desarrollar	Producción actual de la región	Producción del país	Consumo del país	Precio	Elasticidad		% de la producción nacional		
	(1) %	(2) %												(3) %	(4) %		(5) años	(6) año
<b>COSTA RICA</b>																		
Uplak- Los Chiles	60.0	9.8	50.2	90	4.0	1.0	75.0	8.0	10.0	21.5	34.4	32.4	546.1	1	1		62.4	
Pajibays- Pérez Zeledón	66.7	10.0	56.7	90	4.0	1.0	75.0	10.0	10.0	10.6							30.8	
<b>EL SALVADOR</b>																		
ZAE 5	450.0	56.7	393.3	60	3.0	4.0	30.0	4.0	3.0	0.6	63.7	64.3	647.8	1	1		0.9	
ZAE 6	450.0	56.7	393.3	60	3.0	4.0	30.0	4.0	3.0	0.6							0.9	
<b>GUATEMALA</b>																		
Jutiapa	25.0	0.4	24.6	90	3.0	1.5	85.0	3.0	2.0	11.1	111.0	102.6	358.867	1	1		10.0	
Chumaltenango	21.4	-2.2	23.7	90	3.0	2.0	90.0	3.0	2.0	8.0							7.2	
<b>HONDURAS</b>																		
Piub			18.0	85	3.0	2.0	80.0	15.0	4.0	61.1	61.1	56.6	458.667	1	1		100.0	
<b>MEXICO</b>																		
Puebla	130.5	-12.0	142.5	100	6.0	1.0	100.0	4.0	1.0	28.0	1128.7	1018.6	701.667	1	1		2.5	
Zacatecas			150.0	100	6.0	1.0	100.0	4.0	1.0	45.5							4.0	
<b>NICARAGUA</b>																		
La Compañía	32.8	28.3	4.5	85	3.0	2.0	70.0	3.0	1.0	2.6	60.1	56.6	488.8	1	1		4.3	
San Dionisio	29.6	28.3	1.3	85	3.0	2.0	70.0	3.0	1.0	3.9							6.3	

(a) Valores promedio 1991, 1992 y 1993

Fuente: Naciones Unidas: CEPAL. " Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996. CORECA, "Grupos Básicos en Centroamérica Información Estadística 1990-1996", Mayo 1997.

Datos de parámetros técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto IBP-2.

**VARIEDADES**

Resistentes a entomosis y buena adaptación a la región

Resistentes a altas temperaturas

Resistentes a dos factores limitantes bióticos, precocidad aceptable

Resistentes a múltiples enfermedades endémicas, alta capacidad de fijación de nitrógeno

Variedad resistente a muestia hilichosa, entomosis y mancha angular

Cuadro A.4.3. Mesoamérica: Información Técnica y Económica de Mejoramiento Genético de Maíz

VARIETADES	INVESTIGACION				ADOPCION				MERCADO				% de la producción nacional (16) %			
	Cambios en Rendim. Rain		K por regiones (3) %	Probabili de éxito (4) %	Tiempo de generacion (5) años	Tiempo para máx. adopción (6) años	Techo de adopción (7) %	Tiempo en nivel máximo (8) años	Tiempo para desarrollar (9) años	Producción actual de la región (10) 1000t	Producción del país (11) 1000t	Consumo del país (12) 1000t		Precio (13) US\$/t	Elasticidad c.r.a. precio demanda	
	(1) %	(2) %													(14)	(15)
<b>COSTA RICA</b>																
Uplala- Los Chiles-Guanaco	68.9	20.0	48.9	90	3.0	1.0	80.0	2.0	3.0	6.50	301.50	181.23	1	1		12.2
Ocupiles-Cukirimo	43.7	20.0	23.7	90	3.0	1.0	70.0	2.0	3.0	1.71						3.2
Laurel-Pejibaye	50.0	17.2	32.8	90	3.0	1.0	80.0	2.0	3.0	9.19						17.6
Cabes-Liberte-Santa Cruz	60.0	13.6	46.4	90	3.0	1.0	80.0	2.0	3.0	10.66						20.0
<b>EL SALVADOR</b>																
CDT Italo	80.0	25.0	55.0	100	2.0	4.0	30.0	5.0	3.0	25.90	613.33	566.17	174.93	1	1	4.2
CDT San Andrés	80.0	25.0	55.0	100	2.0	4.0	20.0	5.0	3.0	18.12						3.0
CDT S. C. Parrillo	80.0	25.0	55.0	100	2.0	3.0	30.0	5.0	3.0	22.11						3.6
CDT Norazán	125.0	25.0	13.0	100	3.0	3.0	80.0	5.0	3.0	67.66						11.0
<b>GUATEMALA</b>																
Humedad limitada	180.0	108.0	72.0	60	5.0	4.0	65.0	4.0	n.d.	31.50	1318.93	1169.43	159.13	1	1	2.4
Tropico bajo	357.1	193.0	164.2	60	5.0	4.0	70.0	4.0	n.d.	101.64						7.7
Altiplano medio	176.2	74.0	102.2	60	6.0	4.0	50.0	4.0	n.d.	39.06						3.0
Altiplano occidental	176.2	74.0	102.2	60	6.0	4.0	50.0	4.0	n.d.	72.98						5.5
<b>HONDURAS</b>																
Olancho	0.0	0.0	40.0	95	3.0	2.0	95.0	4.0	0.5	85.30	577.33	530.13	144.77	1	1	14.8
El paraiso	0.0	0.0	71.0	95	3.0	2.0	95.0	4.0	0.5	48.66						8.4
Comas	23.7	147.0	112.0	95	3.0	3.0	95.0	4.0	0.5	29.69						5.1
Yoro	32.5	147.0	61.0	95	3.0	1.5	90.0	4.0	0.5	60.01						10.4
<b>MEXICO</b>																
Chapingo	180.0	20.8	119.2	100	3.0	1.0	15.0	3.0	1.0	1561.00	16433.43	14093.83	242.80	1	1	9.5
Tlaxcala	200.0	20.8	129.0	100	3.0	1.0	10.0	3.0	1.0	310.00						1.9
Miquiquihuala	462.5	45.0	200.0	100	3.0	3.0	40.0	3.0	1.0	450.00						2.7
<b>NICARAGUA</b>																
Niaguapa	48.4	28.6	19.9	75	5.0	2.0	85.0	8.0	1.0	67.20	233.17	199.93	181.27	1	1	38.8
Jicoaga	48.4	28.6	19.9	75	5.0	3.0	80.0	8.0	1.0	86.40						37.1
Sobaco-Dario	67.9	32.7	35.2	75	5.0	1.5	90.0	8.0	0.5	23.49						10.1

(1) Valores promedio 1991, 1992 y 1993.  
 n.d. = no disponible.  
 Fuentes: Naciones Unidas: CEPAL. "Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996.  
 CORREA. "Censos en Centroamérica Información Estadística 1990-1996", Mayo 1997.  
 Datos de parámetros técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto IBP-2.

Cuadro A-4.4. Mesoamérica: Información Técnica y Económica de Mejoramiento Genético de Papa.

REGIONES	INVESTIGACION				ADOPCION				MERCADO									
	Cambios en Rendim. Com-Rain		K por regiones	Probabil. de éxito	Tiempo de generación	Tiempo para máx. adopción	Techo de adopción	Tiempo para desadaptar	Producción actual de la región	Producción del país	Consumo del país	Precio	Elasticidad					
	(1) %	(2) %											(3) %	(4) %	(5) años	(6) años	(7) %	(8) años
<b>COSTA RICA</b>																		
Tierra Blanca-Pacaya-Sn Juan	38.9	7.5	31.4	90	3.0	3.0	75.0	4.0	3.0	40.4							93.52	
Zarcero	42.9	7.5	35.3	90	3.0	3.0	75.0	4.0	3.0	2.8							6.48	
<b>NICARAGUA</b>																		
Munillo, Estelí	20.0	-5.7	26.7	90	3.0	2.0	50.0	3.0	1.0	4.5							16.07	
<b>El Tasey</b>																		
	18.8	-4.0	22.8	90	2.0	2.0	60.0	3.0	1.0	1.6							5.71	
<b>PANAMA</b>																		
ZAES 1	32.0	-19.4	51.4	90	4.0	3.0	50.0	7.0	2.0	17							100.00	

(e) Valores de 1994

Fuente: Naciones Unidas, CEPAL. "Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996. Datos de parámetros técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto BFP-2.

**VARIETADES**  
 Introducción y selección de genotipos de papa con características aptas para consumo fresco o industrial  
 Evaluación de clones de papa tolerantes a tizón tardío (TT)  
 Evaluación de progenies de semilla anual de papa (SSP)  
 Evaluación, selección y liberación de genotipos de papa con resistencia al tizón tardío

Cuadro A.4.5. Mesoamérica: Información Técnica y Económica para Manejo Integrado de Plagas de Papa.

VARIETADES	INVESTIGACION				ADOPCIÓN					MERCADO						
	Cambios en Rendim. Econ-Rend		K por regiones	Probabil de éxito	Tiempo de generación	Tiempo para mat. adopción	Techo de adopción	Tiempo en nivel máximo	Tiempo para disminuir año	Producción actual de la región	Producción del país	Consumo del país	Precio	Elasticidad		
	(1) %	(2) %												(3) %	(4) %	(5) años
(10) %	(11) %	(12) %	(13) %	(14) años	(15) años	(16) 1000	(17) 1000	(18) 1000	(19) US\$	(20) %	(21) %	(22) %	(23) %	(24) %	(25) %	
COSTA RICA Tierra Blanca-Pueyo-Sn Ima Zarero	38.9	7.5	31.4	90	3.0	3.0	75.0	4.0	3.0	40.4	43.20	54.60	280.00	1	1	93.52
	42.9	7.5	35.3	90	3.0	3.0	40.0	4.0	3.0	2.8						6.48
EL SALVADOR Las Pajas Zapotlán	23.1	0.0	23.1	80	2.0	1.0	85.0	2.0	0.3	3.64	8.00	14.40	250.00	1	1	45.50
	50.0	0.0	50.0	80	2.0	2.0	95.0	3.0	0.3	0.04						0.50
NICARAGUA Vinalar El Tuyo	33.3	-6.7	40.0	60	2.0	2.0	80.0	3.0	1.0	4.5	28.00	40.90	350.00	1	1	16.07
	33.3	-6.7	40.0	60	2.0	2.0	80.0	3.0	1.0	4.5						16.07
GUATEMALA San Marcos Quezaltenango	25.0	-20.0	45.0	100	3.0	2.0	90.0	5.8	3.0	5.14	9.00	35.00	350.00	1	1	57.14
	25.0	-27.3	52.3	100	3.0	3.0	75.0	5.8	3.0	3.85						42.86
PANAMA Cerro Punta Boquete	60.0	-25.0	85.0	90	4	2	60	5	1	12.65	17.00	17.90	520.00	1	1	34.47
	75.0	-25.0	100.0	90	4	2	60	5	1	4.34						25.53

(a) Valores de 1994.

Fuentes: Naciones Unidas/CEPAL. " Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996.  
 Datos de rendimiento técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto IBP-2.

VARIETADES

Genética de tecnología en manejo integrado de plagas

Pequeño para don zonas agroecológicas

Manejo de tuzos tardo con líneas tolerantes de papa.

Reducción del uso de pesticidas

Manejo integrado de cuatro plagas clave (tuzo tardo, polillas de papa, moscas minadoras, nematodo de quita)

Cuadro A.4.6. Mesoamérica: Información Técnica y Económica de Mejoramiento Genético de Tomate.

VARIEDADES	INVESTIGACION				ADOPCION				MERCADO					
	Cambios en Rendim.		K por regiones	Probabil. de éxito	Tiempo de generación	Tiempo para máx. adopción	Techo de adopción	Tiempo para desarrollar	Producción actual de la Región	Producción del país	Consumo del país	Precio	Elasticidad	
	Roon-Rain	Coon-Cun											(1) %	(2) %
(1) %	(2) %	(3) %	(4) %	(5) años	(6) años	(7) %	(8) años	(10) 1000t	(11) 1000t	(12) 1000t	(13) USA	(14)	(15)	
<b>COSTA RICA</b>														
Grecia-Serchi	25.0	9.3	15.7	100	2.0	1.5	80.0	10.0	5.0	18	26.0	336.7	1	1
Valle de Oro	25.0	9.3	15.7	100	2.5	1.5	80.0	10.0	5.0	6				
Sra. Cruz de Turmalba	25.0	9.3	15.7	100	2.0	1.5	80.0	10.0	5.0	2				
<b>EL SALVADOR</b>														
Chilamerango	84.6	-1.4	86.1	90	1.0	1.0	80.0	2.0	2.0	0.52	18.0	725.3	1	1
Zapotitlan	84.6	-1.4	86.1	90	1.5	1.0	70.0	2.0	2.0	5.2				
<b>NICARAGUA</b>														
S.J. Las Lajas	38.9	8.3	30.6	100	1.0	1.0	70.0	3.0	2.0	2.7	34.0	532.5	1	1
Sebaco, Matagalpa	100.0	5.0	95.0	100	1.0	1.0	70.0	3.0	2.0	6.25				

(1) Valores de 1994 obtenidos de Consejo Regional de Cooperación Agrícola de Centroamérica, México y República Dominicana, 1995.

Fuentes: Naciones Unidas: CEPAL, "Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996. CORECA, "Grupos Básicos en Centroamérica Información Estadística 1990-1996", Mayo 1997.

Datos de parámetros técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto IBP-2.

Cuadro A.4.7. Mesoamérica: Información Técnica y Económica para el Manejo Integrado de Plagas de Tomate.

VARIETADES	INVESTIGACION										ADOPTACION					MERCADO			
	Cambio en Recim.		K por regiones	Probabil. de éxito	Tiempo de generación	Tiempo para máx. adopción	Techo de adopción	Tiempo en nivel máximo	Tiempo para desarrollar	Producción actual de la región	Producción del país	Consumo del país	Precio	Elasticidad		% de la producción nacional			
	(1) %	(2) %												(3) %	(4) %		(5) años	(6) años	(7) %
COSTA RICA	40.0	-46.7	86.7	100	10.0	1.5	80.0	5.0	2.5	18	26.0	25.9	336.7	1	1	69.23			
	40.0	-46.7	86.7	100	10.0	1.5	70.0	5.0	2.5	6	2.0					23.08			
MEXICO	400.0	20.0	333.0	90	8.0	2.0	90.0	5.0	3.0	7.5	1368.3	1130.0	420.5	1	1	0.55			
NICARAGUA	100.0	5.0	95.0	60	1.0	1.5	80.0	5.0	1.0	6.2	34.0	33.0	532.5	1	1	18.24			
	60.0	5.0	55.0	60	1.0	1.5	80.0	5.0	1.0	0.2						0.59			

(e) Valores de 1994 obtenidos de Consejo Regional de Cooperación Agrícola de Centroamérica, México y República Dominicana, 1995

Fuentes: Naciones Unidas; CEPAL. "Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996.

CORECA, "Grupos Básicos en Centroamérica Información Estadística 1990-1996", Mayo 1997.

Datos de parámetros técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto IBP-2.

Cuadro A.4.8. Mesoamérica: Información Técnica y Económica para Pastos y Forrajes (Leche).

VARIETADES	Cambios en Rendim. Roon-Ran		INVESTIGACION			ADOPCION					MERCADO					
	(1) %	(2) %	K por regiones (3) %	Probabil. de éxito (4) %	Tiempo de generacion (5) años	Tiempo para máx. adopcion (6) años	Techo de adopcion (7) %	Tiempo en nivel máximo (8) años	Tiempo para desarrollar (9) años	Producción actual de la región (10) 1000a	Producción del país (a) (11) 1000a	Consumo del país (a) (12) 1000a	Elasticidad		% de la producción nacional (16) %	
													oferta (14)	demanda (15)		
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)	(j)	(k)	(l)	(m)	(n)	(o)	(p)	
<b>COSTA RICA</b>																
Asociación de granjeras y leguminosas	35.0	3.3	31.7	70	3.0	2.0	50.0	7.0	1.0	138.1						29.0
	23.3	3.1	20.2	70	3.0	1.5	70.0	5.8	1.0	338.3						71.0
<b>GUATEMALA</b>																
Asociación de pastos con árboles y arbustos	81.5	-1.4	82.9	70	5.0	3.0	70.0	15.0	2.0	3.3	246.8	416.1	253.33	1	1	
	126.2	-6.9	133.2	70	5.0	3.0	70.0	15.0	2.0	0.8						1.4
	27.8	-6.9	34.8	70	5.0	3.0	60.0	15.0	2.0	1.9						0.3
	480.0	-3.1	403.1	70	5.0	3.0	50.0	15.0	2.0	7.2						0.8
	366.7	1.7	365.0	70	5.0	3.0	50.0	15.0	2.0	2.9						2.9
	252.9	-7.4	260.3	70	5.0	4.0	50.0	15.0	2.0	13.3						5.4
										4.4						1.8
<b>EL SALVADOR</b>																
Asociación de granjeras y leguminosas	283.3	150.0	133.3	60	8.0	5.0	50.0	6.0	4.0	28.0	338.5	430.5	300.00	1	1	8.3
	711.1	200.0	511.1	60	8.0	5.0	70.0	8.0	5.0	6.3						1.9
	563.6	100.0	463.6	60	8.0	6.0	50.0	10.0	6.0	4.4						1.3

(a) Valores promedio: 1991,1992, 1993.

Fuentes: Naciones Unidas, CEPAL. " Información Básica del Sector Agropecuario, Subregión Norte de América Latina y el Caribe, 1980-1994", Enero 1996. CORECA, "Ornos Básicos en Centroamérica Información Estadística 1990-1996", Mayo 1997

Datos de parámetros técnicos provistos por los miembros del ETP para Mesoamérica del Proyecto IBP-2.

**Anexo 5**  
**Información de Costos**



**A.5.1. Costo Anual de Investigación en 1996 de los Temas del Estudio.**

Concepto								
	MG-arroz	MG-fríjol	MG-maíz	MG-papa	MIP-papa	MG-tomate	MIP-tomate	PyF-leche
<b>Costa Rica</b>								
Gasto en Salarios	\$ 63,900	\$ 24,300	\$ 26,300	\$ 22,800	\$ 29,000	\$ 30,500	\$ 15,600	\$ 30,300
Gasto Total en Investigación	\$ 91,286	\$ 34,714	\$ 37,571	\$ 32,571	\$ 41,429	\$ 21,786	\$ 22,286	\$ 43,286
<b>Guatemala</b>								
Gasto en Salarios	\$ 15,249	\$ 30,660	\$ 30,204		\$ 17,900			\$ 12,523
Gasto Total en Investigación	\$ 21,785	\$ 43,800	\$ 43,149		\$ 25,571			\$ 17,890
<b>Honduras</b>								
Gasto en Salarios	\$ 23,200		\$ 19,500					
Gasto Total en Investigación	\$ 33,143		\$ 27,857					
<b>México</b>								
Gasto en Salarios	\$ 16,800	\$ 40,800	\$ 51,600				\$ 52,980	
Gasto Total en Investigación	\$ 24,000	\$ 58,286	\$ 73,714				\$ 75,686	
<b>Nicaragua</b>								
Gasto en Salarios	\$ 13,280	\$ 16,590	\$ 14,380	\$ 7,800	\$ 10,000	\$ 18,000	\$ 17,200	
Gasto Total en Investigación	\$ 18,971	\$ 23,700	\$ 20,543	\$ 10,857	\$ 14,286	\$ 25,714	\$ 24,571	
<b>Panamá</b>								
Gasto en Salarios	\$ 41,400			\$ 46,450	\$ 68,600	\$ 74,400		
Gasto Total en Investigación	\$ 59,143			\$ 66,357	\$ 98,000	\$ 106,286		
<b>República Dominicana</b>								
Gasto en Salarios	\$ 16,686					\$ 82,625		
Gasto Total en Investigación	\$ 23,837					\$ 118,036		
<b>El Salvador</b>								
Gasto en Salarios	\$ 26,800	\$ 15,696	\$ 15,696		\$ 29,800	\$ 16,000		\$ 93,852
Gasto Total en Investigación	\$ 37,257	\$ 22,423	\$ 22,423		\$ 41,143	\$ 21,429		\$ 134,074

Fuente: Elaborado por los autores con base en la información proporcionada por los miembros del ETP.



## **Anexo 6**

### **Evaluación del MG de Arroz, cuando la Región Externa es el RDM**



## Anexo A.6.1. Evaluación del MG de Arroz

En este anexo se presenta un ejemplo que muestra el resultado de una simulación en *DREAM* para evaluar la investigación de MG de arroz en Mesoamérica, asumiendo que la región externa es el RDM, en vez de una región que equilibra las exportaciones netas, como se consideró en el Capítulo 6.

El contexto de la evaluación asume los mismos supuestos de la subsección 6.4.1 y que la oferta en el RDM crece exógenamente a un 2% anual, mientras que la demanda lo hace al 1.4% anual. También se asume que no hay cambio tecnológico en el RDM y que la producción mundial promedio de 1991-1993 es igual al consumo mundial (5 242 453 000 t, según datos de la FAO). El precio promedio de una tonelada de arroz para el RDM en el período 1991-1993 fue de US\$290.6 (*“Commodity markets and the developing countries. World Bank Quarterly. March 1994”*).

Los resultados para los beneficios brutos se presentan en el Cuadro A.6.1 y la Figura A.6.1. La principal implicación de considerar al RDM como la región externa, en vez de una región que equilibra las exportaciones netas, es la siguiente:

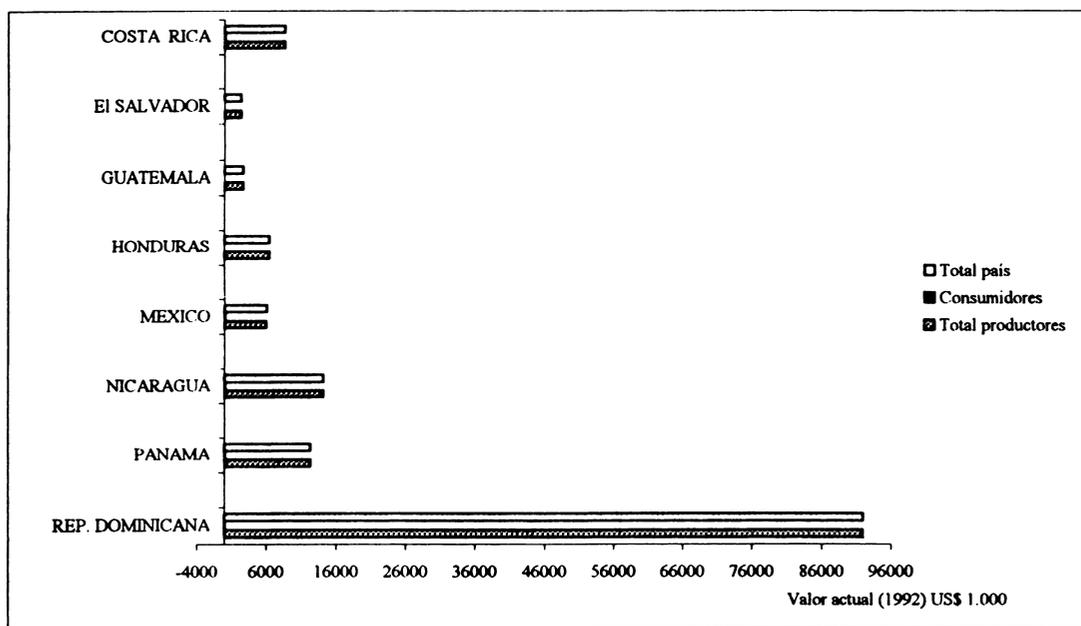
Los precios inducidos por el cambio tecnológico en Mesoamérica se “amortiguan” en el RDM y casi no afectan al precio del RDM; por consiguiente, los precios declinan menos en Mesoamérica y el beneficio al consumidor decrece drásticamente (en comparación al caso cuando la región externa es exportadora neta). Al mismo tiempo el hecho de que los precios se reduzcan en menor proporción, pero que se opere con nueva tecnología en Mesoamérica, implica mayor beneficio para sus productores. El beneficio total se reduce a US\$144 697 250 ya que el incremento del beneficio de los productores no compensa la reducción del beneficio de los consumidores (ver Cuadro 6.3 y Figura 6.2).

**Cuadro A.6.1. Mesoamérica: Beneficios potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Arroz, Bajo Libre Comercio (1992-2006), con Región Externa RDM.**

PAIS	VALOR ACTUAL BRUTO		
	Productores	Consumidores	Total
	(US\$ miles) (1)	(US\$ miles) (2)	(US\$ miles) (3) = (1) + (2)
COSTA RICA	8640.8	34.4	8675.2
EI SALVADOR	2355.2	12.8	2368.0
GUATEMALA	2671.6	8.7	2680.3
HONDURAS	6430.9	15.1	6446.0
MEXICO	5979.4	89.9	6069.3
NICARAGUA	14179.6	25.4	14205.0
PANAMA	12315.5	26.7	12342.2
REP. DOMINICANA	91913.3	68.9	91982.2
<b>TOTAL</b>	<b>144486.3</b>	<b>281.9</b>	<b>144768.2</b>

<sup>a</sup> Valor presente del valor actual total. Evaluado a la tasa de descuento de 10%. US\$ de 1992.  
+250 : significa mayor que 250 por ciento

Fuente: Elaborado por los autores con base en los datos del Anexo 4.

**Figura A.6.1. Mesoamérica: Beneficios Potenciales de Investigación en Mejoramiento Genético de Arroz, Bajo Libre Comercio (1992-2006), con Región Externa RDM.**

Fuente: A.6.1.

## **Anexo 7**

### **Beneficios por Región de Mercado**



Cuadro A.7.1. Resultados de la Evaluación por Tema y Región.

## a) MG - arroz

Regiones		Beneficios brutos		
Pais	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Liberia	5811.7	—	5811.7
CR	Upala	201.1	—	201.1
CR	Parrita	1455.0	—	1455
CR	Palmar Sur	-467.2	—	-467.2
CR	Otras	-1055.6	—	-1055.6
CR	Consumo		7605.3	7605.3
SV	Bosque húmedo	-1055.6	2811.6	2811.6
GT	Trópico húmedo	2176.6	—	2176.6
GT	Otras	-785.4	—	-785.4
GT	Consumo		1930.3	1930.3
HO	Zona arrocera	5634.3	—	5634.3
HO	Otras	-1874.5	—	-1874.5
HO	Consumo		3324.5	3324.5
NI	Chinandega	7539.8	—	7539.8
NI	Malacatuya	4596.9	—	4596.9
NI	Otras	-1577.8	—	-1577.8
NI	Consumo		5677.2	5677.2
PA	Nacional	6752.1	5875.7	12627.8
RD	Cibao	43866.6	—	43866.6
RD	Noroeste	36222.3	—	36222.3
RD	Otras	-2068.8	—	-2068.8
RD	Consumo		15305.5	15305.5
MX	Morelos	5456	—	5456
MX	Otras	-9257.0	—	-9257
MX	Consumo		19684.7	19684.7

## b) MG - frijol

Regiones		Beneficios brutos		
Pais	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Upala/Los Chiles	20805.4	—	20805.4
CR	Pejibaye/Pérez Zeledón	11994.3	—	11994.3
CR	Otras	-268.4	—	-268.4
CR	Consumo		4128.9	4128.9
SV	ZAE 5	1912.5	—	1912.5
SV	ZAE 6	1912.5	—	1912.5
SV	Otras	-7322.9	—	-7322.9
SV	Consumo		8015.6	8015.6
GT	Chimaltenango	2812.9	—	2812.9
GT	Jutiapa	4250.9	—	4250.9
GT	Otras	-10740.7	—	-10740.7
GT	Consumo		13668.6	13668.6
HO	País	12244.4	7581.2	19825.6
MX	Puebla	178517.8	—	178517.8
MX	Zacatecas	312540.1	—	312540.1
MX	Otras	-123846.5	—	-123846.5
MX	Consumo		122277.9	122277.9
NI	La Compañía	-118.6	—	-118.6
NI	Otras	-6234.2	—	-6234.2
NI	Consumo		7567.2	7567.2

Fuente: Elaborado por los autores con base en la información del Anexo 4.

## Continuación Cuadro A.7.1.

## e) MG - maíz

Regiones		Beneficios brutos		
País	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Cañas y otros	4006.5	—	4006.5
CR	Guápiles/Guácimo	233.2	—	233.2
CR	Laurel/Pejibaye	2295.3	—	2295.3
CR	Upala y otros	2607.1	—	2607.1
CR	Otras	-774.3	—	-774.3
CR	Consumo		9953.6	9953.6
SV	CDT Izalco	3562.6	—	3562.6
SV	CDT Morazán	4439.4	—	4439.4
SV	CDT.S.C.Porrillo	3286.3	—	3286.3
SV	CDT San Andrés	1427.1	—	1427.1
SV	Otras	-14778.3	—	-14778.3
SV	Consumo		18418.7	18418.7
GT	Altiplano Medio	5241.9	—	5241.9
GT	Altiplano Occidental	9793.9	—	9793.9
GT	Humedad Limitada	4601.3	—	4601.3
GT	Trópico Bajo	48370.1	—	48370.1
GT	Otras	-33025.4	—	-33025.4
GT	Consumo		40223.9	40223.9
HO	Cortés	33925.1	—	33925.1
HO	El Paraíso	30282.6	—	30282.6
HO	Holanchó	25465.0	—	25465
HO	Yoro	30844.1	—	30844.1
HO	Otras	-10854.3	—	-10854.3
HO	Consumidor		18272.6	18272.6
MX	Chapingo	379524.4	—	379524.4
MX	Mixquiahuala	696048.7	—	696048.7
MX	Tlaxcala	50294.4	—	50294.4
MX	Otras	-437363.1	—	-437363.1
MX	Consumo		442321.1	442321.1
NI	Jinotega	5416.6	—	5416.6
NI	Matagalpa	4628.8	—	4628.8
NI	Sebaco Darío	3886.5	—	3886.5
NI	Otras	-1729.4	—	-1729.4
NI	Consumo		6859.2	6859.2

Fuente: Elaborado por los autores con base en la información del Anexo 4.

## Continuación Cuadro A.7.1.

## d) MG - papa

Regiones		Beneficios brutos		
Pais	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Tierra Blanca	9135.6	—	9135.6
CR	Zarcero	759.1	—	759.1
CR	Consumo		5843.0	5843.0
NI	El Tisey	286.2	—	286.2
NI	Miraflor	622.1	—	622.1
NI	Otras	-2237.1	—	-2237.1
NI	Consumo		4552.9	4552.9
PA	Nacional	8355.3	1833.3	10188.6

## e) MIP - papa

Regiones		Beneficios brutos		
Pais	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Tierra Blanca y otras	8223.8	—	8223.8
CR	Zarcero	184.6	—	184.6
CR	Consumo		7014.2	7014.2
SV	Las Pilas	712.4	—	712.4
SV	Zapotitán	26.9	—	26.9
SV	Otras	-527.0	—	-527.0
SV	Consumo		1820.1	1820.1
GT	Quetzaltenango	2692.6	—	-527.0
GT	San Marcos	4858.2	—	-527.0
GT	Consumo		4671.6	4671.6
NI	El Tisey	1472.5	—	1472.5
NI	Miraflor	1472.5	—	1472.5
NI	Otras	-2321.9	—	-2321.9
NI	Consumo		5459.1	5459.1
PA	Boquete	6767.9	—	6767.9
PA	Cerro Punta	15983.3	—	15983.3
PA	Consumo		2200.6	2200.6

Fuente: Elaborado por los autores con base en la información del Anexo 4.

## Continuación Cuadro A.7.1

## f) MG - tomate

Regiones		Beneficios brutos		
País	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Grecia	1119.2	—	1119.2
CR	Santa Cruz	124.4	—	124.4
CR	Valle de Orosi	178.1	—	178.1
CR	Consumo		6086.7	6086.7
SV	Zapotitán	15835.0	—	15835.0
SV	Otras	-2749.2	—	-2749.2
SV	Consumo		5521.8	5521.8
NI	S.J.Lajas	1882.4	—	1882.4
NI	Sebaco	20157.6	—	20157.6
NI	Otras	-5593.7	—	-5593.7
NI	Consumo		7969.7	7969.7

## g) MIP - tomate

Regiones		Beneficios brutos		
País	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Grecia/Sarchí	9934.7	—	9934.7
CR	Valle de Orosi	2790.1	—	2790.1
CR	Otras	-30.0	—	-30.0
CR	Consumo		416.3	416.3
MX	Morelos	48595.9	0.0	48595.9
MX	Otras	-20466.0	0.0	-20466.0
MX	Consumo		17051.8	17051.8
NI	Sebaco/Matagalpa	13761.4	0.0	13761.4
NI	Tisma	235.7	0.0	235.7
NI	Otras	-414.6	0.0	-414.6
NI	Consumo		554.7	554.7

## h) PF - leche

Regiones		Beneficios brutos		
País	Nombre	Productores (1000US\$)	Consumidores (1000US\$)	Total (1000US\$)
CR	Miramar	19739.2	—	19739.2
CR	Santa Clara	44994.5	—	44994.5
CR	Consumo		31273.1	31273.1
SV	Golera	4449.0	—	4449.0
SV	Nueva	13823.7	—	13823.7
SV	Sonsonate	6093.9	—	6093.9
SV	Otras	-12737.6	—	-12737.6
SV	Consumo		18379.2	18379.2
GT	Amita	4981.6	—	4981.6
GT	Jalpatagua	212.1	—	212.1
GT	Jutiapa	1432.2	—	1432.2
GT	Montúfar	16255.3	—	16255.3
GT	Nueva	26104.4	—	26104.4
GT	Quesada	637.1	—	637.1
GT	Otras	-9174.5	—	-9174.5
GT	Consumo		18830.2	18830.2

Fuente: Elaborado por los autores, con base en la información del Anexo 4.

Esta edición se terminó de imprimir  
en la Imprenta del IICA  
en Coronado, San José, Costa Rica,  
en el mes de octubre de 1998,  
con un tiraje de 300 ejemplares.





La serie *Priorización de la Investigación Agropecuaria en América Latina y el Caribe* consta de los documentos siguientes:

1. **Prioridades de investigación agropecuaria en América Latina y el Caribe: Cinco años de experiencia conjunta IICA-BID**
2. **DREAM: Manual para el usuario**
3. **Impacto de la investigación del arroz en Latinoamérica y el Caribe durante las tres últimas décadas**
4. **Una revisión del *software* de evaluación de la investigación agropecuaria**
5. **Evaluación económica-ecológica de temas de investigación agropecuaria en los Países Andinos**
6. **Analysis of Agricultural Research Priorities in the Caribbean**
7. **Evaluación económico-ecológica de temas de investigación agropecuaria en Mesoamérica**
8. **Caracterización de cadenas agroalimentarias para evaluar investigación en el Cono Sur**