

Resumen Ejecutivo

Durante los primeros años del nuevo siglo, América Latina y el Caribe (ALC) ha tenido éxito en fomentar el aumento de la producción del sector agropecuario, principalmente con base en el aumento de la productividad y en menor medida por el aumento en el uso de la tierra. Sin embargo el éxito no ha sido igual para todos los países de la Región, evidenciando la diversidad geográfica, económica, social y cultural que la caracteriza. La producción y productividad en países de clima templado/subtropical, creció más que los países de clima tropical. Entre ambos grupos también se registró una especialización natural en sus ventajas competitivas. La distancia a Estados Unidos y sus ventajas de clima llevaron a la región de los trópicos a diferenciarse en la producción de frutas y verduras tropicales, mientras que los países templados/subtropicales aprovecharon los precios de las materias primas para desarrollar ventajas competitivas en la producción de alimentos y combustibles (bio alcohol y biodiesel).

La fuerte correlación existente entre el crecimiento de la productividad y la capacidad de los países para generar innovación tecnológica y/o adaptar aquella, refleja las diferencias entre países en relación a estas capacidades. En general se deben reconocer aquellos países de acuerdo a la capacidad de generar y adaptar desbordamientos tecnológicos, de aquellos que no tienen estas capacidades para poder desarrollar estrategias de desarrollo tecnológico diferenciados. Los desafíos y oportunidades que enfrentan los países del área dependen de cuales sean sus circunstancias actuales.

El sistema de investigación agropecuaria enfrenta grandes oportunidades y desafíos para los próximos 10 a 15 años. Con recursos escasos, el sistema debe responder a múltiples demandas de la sociedad: mantener y consolidar las ventajas competitivas desarrolladas en los últimos años, pero al mismo tiempo hacerlo de forma que sea socialmente incluyente, y ambiental y culturalmente sostenible. Además, grandes incertidumbres como las aparejadas al cambio climático, epidemias pandémicas, y volatilidad de precios, pondrán más presión para la obtención de tecnologías preventivas o de muy rápido impacto.

Los países de clima templado/subtropical presentan amplias posibilidades de continuar con un crecimiento productivo sostenido de cereales y oleaginosas y sus derivados. El sistema de investigación de este grupo de países se ha beneficiado y seguirá haciéndolo de los desbordes tecnológicos en el eje Norte – Sur. Debe sin embargo prestar más atención a aspectos sociales y ambientales. Por su parte los países tropicales, con sistemas de investigación relativamente débiles, y con tamaños de mercados domésticos pequeños, tienen muy bajo aprovechamiento de los desbordes tecnológicos Norte – Sur y deben descansar en flujos tecnológicos entre vecinos y generar y fortalecer las transferencias de tecnología Este Oeste. Las redes regionales de cooperación tecnológica y de financiamiento (FONTAGRO) son instrumentos muy útiles al respecto.

Es claro que la respuesta institucional para afrontar los desafíos y capitalizar las oportunidades debe responder a las capacidades de cada uno de los países de la Región. El fortalecimiento de los sistemas de innovación agropecuaria en la región descansa en tres pilares:

1) Aumentar y diversificar las inversiones, para lo cual es necesario construir sobre la base de las experiencias exitosas en la región para el desarrollo y fortalecimiento de marcos institucionales que incentiven la participación del sector privado y otro tipo de organizaciones en el sistema. La asignación del presupuesto público de acuerdo a prioridades establecidas deberá prestar atención a aspectos sociales como reducir la pobreza y la desnutrición y también a aspectos ambientales

2) Desarrollo de capacidades. Los sistemas de investigación están envejeciendo de forma acelerada, por lo que el desarrollo de una política de innovación y modernización de capacidades a los diferentes niveles es de vital importancia para el sistema. Es importante que los planes de enseñanza sean amplios, inclusivos y que introduzcan desde temprano el valor del medio ambiente y el papel de la agricultura en su conservación.

3) Organización institucional. Los países deben terminar y/o consolidar los procesos de reformas tomando en cuenta las lecciones aprendidas y ajustándolas a sus circunstancias. El componente público del sistema de innovaciones debe fortalecer su política de participación y democratización en la definición y ejecución de la agenda, incorporando a los diferentes actores. El fortalecimiento de las redes regionales que fomenten la captación de desbordes tecnológicos entre vecinos y Este-Oeste debe ser fortalecido, así como las redes y los programas cooperativos regionales ya existentes a nivel local, nacional, regional e internacional. Finalmente, las reformas deben alcanzar al complejo investigación- extensión, de manera tal que los beneficios de la innovación tecnológica alcancen a todos. Incluyendo a la pequeña y mediana empresa agropecuaria. Dependiendo de los países, estas nuevas funciones requieren de una nueva forma institucional para su funcionamiento apropiado.

Tabla de Contenido

1.	Introducción	5
1.1.	Antecedentes y Objetivos	5
1.2.	Nota metodológica	5
1.3.	Organización del Trabajo	5
2.	Producción y Productividad del sector agropecuario en ALC.....	6
2.	Tendencia y estado actual del uso de los recursos	9
2.2.1.	Cambio en el uso de la tierra	10
2.3.	Productividad de los recursos	12
3.	Tendencias y situación actual de la investigación agrícola en la región	14
3.1.	Estructura institucional y financiera de la I&D en países seleccionados	14
3.1.1.	Estructura institucional	14
3.1.2.	Estructura financiera	16
3.2.	Niveles de Inversión en I&D en países seleccionados.	20
3.3.	Capacidad de aprovechamiento.....	21
3.4.	Relaciones entre productividad, inversión y capacidad científica	22
3.5.	Resumen. Experiencias y lecciones aprendidas	23
4.	Oportunidades y desafíos para la I&D.	25
4.1.	Oportunidades:	25
4.1.1.	Comercio Internacional y exportaciones agropecuarias	25
4.1.2.	Biocombustibles:.....	27
4.1.3.	Biotecnología/OGM	29
4.2.	Los desafíos	29
4.2.1.	Demanda por múltiples productos.	30
4.2.2.	Liberalización del comercio y nuevos desarrollos tecnológicos.	32
4.2.3.	Rápido avance de la biotecnología	32
4.2.4.	Financiamiento	33
4.2.5.	Incertidumbres.....	33
5.	Los desafíos para la institucionalidad y la política frente a los nuevos escenarios.	35
5.1.	Tendencias de los principales impulsores.....	35
5.1.1.	Escenarios más probables para la oferta agroalimentaria futura de la región, de acuerdo a las tendencias analizadas.	37
5.1.2.	Escenarios más probables de acuerdo a perspectiva agroecológica regional.....	37
5.1.3.	Desafíos para la institucionalidad y las políticas de I&D para el desarrollo agrícola	38
6.	Referencias	40

1. Introducción

1.1. Antecedentes y Objetivos

El PROCISUR ha propuesto la organización de un Foro de Prospección que se centrará en el año 2009 en el Rol del Cono Sur como reserva alimentaria para el mundo - escenarios para la Investigación, la Innovación y el Desarrollo.

El objetivo general de este reporte es el de contribuir con los objetivos planteados en el Foro PROCISUR de Prospección. Para ello se plantean dos objetivos específicos: 1) Analizar la tendencia y estado actual de la producción y productividad, en el sector Agropecuario en la región de América Latina y el Caribe (ALC) y de sus determinantes más importantes, y 2) Identificar temas y oportunidades globales para la Ciencia Tecnología e Innovación en el sector Agropecuario en la región de América Latina y el Caribe (ALC).

1.2. Nota metodológica

El marco de referencia adoptado postula que el crecimiento¹ de la producción del sector agropecuario es el resultado de la tasa de crecimiento en el uso de los insumos y de la tasa de crecimiento de la eficiencia o productividad de esos insumos. La productividad mide cuanto del crecimiento de la producción **no** puede ser explicado por el crecimiento de factores por lo cual se lo considera como un indicador del cambio tecnológico. La tasa de crecimiento en el uso de insumos y servicios, particularmente el recurso tierra, resulta primordialmente de decisiones económicas realizadas por los productores, influidos principalmente por los precios relativos de productos e insumos. La tasa de crecimiento de la productividad resulta de la inversión efectiva (endógena y (exógena) y de la eficiencia de uso de esa inversión por parte del sistema de innovación del país. La eficiencia de uso de la inversión refleja la habilidad del país para transformar cada unidad de inversión, tanto interna como externa, en incrementos en la productividad, y depende de un conjunto de factores estructurales, institucionales y políticos, inherentes al funcionamiento del sistema de innovación (implícito o explícito) en un país determinado.

1.3. Organización del Trabajo

El **segundo capítulo** presenta la tendencia y situación actual de la producción y productividad del agro en países seleccionados de la región, permitiendo así una primera diferenciación entre países. El **tercer capítulo** analiza aspectos económicos (inversión), institucionales (capacidad) y culturales de de la investigación agrícola de la región. Se analizan algunas de las experiencias en modelos de financiamiento y vinculación de instituciones públicas con el sector privado. El capítulo concluye con una segunda diferenciación entre países de la Región. El **cuarto capítulo** identifica, y caracteriza áreas o sectores productivos donde la Investigación y Desarrollo Agropecuario (IDA) enfocan oportunidades y desafíos a la luz de los posibles escenarios, mientras que el **quinto capítulo** identifica los desafíos institucionales existentes cuya solución es prerrequisito para enfrentar dichas oportunidades.

¹ Dadas las limitaciones de espacio las tasas anuales de crecimiento son estimadas mediante regresión semi logarítmica sobre el periodo considerado, lo que implica que las series analizadas crecen de acuerdo con una tendencia exponencial: $y = \exp(a + b t)$.

2. Producción y Productividad del sector agropecuario en ALC

Quizás uno de los factores más básicos en el análisis de la producción y la productividad agropecuaria, más allá de la tecnología, es el reconocimiento de las diferencias existentes en cuanto a condiciones agroecológicas, y acervo de recursos naturales (clima, suelo, agua), lo que tiene gran influencia en la composición de la estructura productiva y también en la productividad, y permite, como se sugiere de una manera muy preliminar en este trabajo, hablar de dos grandes regiones en ALC, según se trate de países predominantemente “tropicales” o países predominantemente “templados y sub tropicales”. La Tabla 1 presenta una sugerencia de clasificación en estas dos grandes categorías, las que se utilizan para algunos de los análisis aquí presentados², incluida la situación actual y tendencias en el crecimiento de la producción y productividad agropecuaria. Un componente transversal a esta clasificación es el del acervo cultural, de particular incidencia en la estructura de la oferta y también en los métodos de producción y en las tecnologías utilizadas, aunque la misma no se trata a fondo, por razones tanto de espacio como de tiempo.

Tabla 1. Clasificación de países en tropicales y países templados/subtropicales, algunas características básicas

Tipo	Países	Características principales respecto al acervo de recursos, clima y desarrollo
Templado /subtropical	Argentina; Brasil; Chile; México; Paraguay; Uruguay;	<p>Fuerte efecto de desborde tecnológico preferentemente de países desarrollados de zonas templadas (Estados Unidos, y UE)</p> <p>Mayor nivel de desarrollo económico (ingreso medio per cápita), menor nivel de ruralidad (países más urbanizados). Mayor disponibilidad de tierra agrícola sobre el total, como promedio regional.</p> <p>Importante desarrollo de agricultura comercial, conectada a los mercados internacionales</p> <p>Ventajas productivas y comerciales por características de estacionalidad</p>
Tropicales	Belice; Bolivia, Colombia; Costa Rica; Cuba; Ecuador; El Salvador; Guatemala; Haití; Honduras; Jamaica; Nicaragua; Panamá; Perú, Rep. Bol. de Venezuela; Rep. Dominicana	<p>Menor efecto de desborde tecnológico de países desarrollados de zonas templadas y/o subtropicales.</p> <p>En promedio regional, menor nivel de desarrollo económico (ingreso medio per cápita) y mayor nivel de ruralidad. Menor disponibilidad media de tierra agrícola sobre el total.</p> <p>Gran importancia de la agricultura familiar o de subsistencia, oferta agrícola más diversificada.</p> <p>Ventaja potencial en comercio por cercanía a mercado de Norteamérica</p>

Fuente: Elaboración de los autores

² En los casos de Bolivia y Perú y en menor proporción Belice, esta ubicación es un tanto ambigua, pues estos países cuentan con regiones tanto tropicales como subtropicales. En todo caso, esta sugerencia de clasificación bien podrá ser mejorada por especialistas en temas ecológicos y de clima y suelo, aunque permite, de entrada, una diferenciación que se considera importante a efectos del trabajo.

2.1. Tendencias de la producción agropecuaria en ALC

Las tasas de crecimiento de la producción agropecuaria en ALC muestran un marcado incremento durante los últimos 15 años, impulsadas por el marcado incremento en los precios de las materias primas (commodities) que caracterizó el periodo. Sin embargo, esta dinámica presenta algunas diferencias regionales. La Tabla 2 presenta a los países agrupados de acuerdo a la tasa de crecimiento de la producción agregada (primera columna) y también por cultivos y ganadería, durante el periodo 2000 – 07. Las cifras en las últimas filas de la Tabla indican que cuando se toma en cuenta la diferenciación por condiciones agroecológicas, clima, y recursos, los países templados/subtropicales han tenido un mejor desempeño en cuanto a crecimiento de la producción que los países tropicales, diferencia particularmente notable en el rubro de cultivos.

Tabla 2. Tasas de Crecimiento de la producción agropecuaria en ALC. 1995 – 00 y 2000 -07

País	Agropecuaria (agregado)		Cultivos		Ganado	
	95 - 00	00 - 07	95 - 00	00 - 07	95 - 00	00 - 07
Honduras	0.16	5.40	-0.86	5.91	2.03	4.67
Uruguay	2.15	5.02	1.55	8.03	2.31	3.81
Paraguay	1.76	4.99	0.27	6.98	4.81	0.35
Rep. Dominicana	-0.09	4.56	-1.87	2.76	2.10	6.65
Perú	7.07	4.30	7.33	4.28	5.95	4.31
Brasil	3.19	4.06	3.08	4.82	3.45	3.00
Argentina	3.59	3.68	5.35	4.55	1.09	2.21
Guatemala	3.00	3.62	3.40	4.36	1.72	0.85
Nicaragua	6.51	3.59	4.13	2.77	9.79	4.55
Ecuador	1.22	3.54	0.35	0.87	2.58	6.76
Chile	1.21	2.61	0.39	2.46	2.70	2.62
Bolivia	3.12	2.44	3.25	2.63	2.77	2.10
México	2.79	2.31	1.88	2.33	3.63	2.52
Costa Rica	3.16	2.24	4.21	2.06	1.25	2.52
El Salvador	2.27	1.98	0.55	0.81	5.05	3.26
Belice	4.98	1.74	5.45	1.14	2.56	4.81
Panamá	1.52	1.61	-1.18	2.35	4.25	0.84
Venezuela	4.08	0.63	3.98	1.37	4.06	0.13
Jamaica	-0.86	0.32	-3.94	-0.60	4.32	1.30
Colombia	1.37	0.27	1.38	-0.52	1.29	1.14
Haití	2.01	-0.16	0.78	-0.49	6.12	0.94
Cuba	5.40	-3.95	7.24	-4.48	0.43	-2.39
Promedio templados	2.60	4.45	2.28	5.21	2.93	3.23
Promedio tropicales	2.77	1.37	2.03	0.91	3.63	2.22
Promedio ALC	2.71	2.49	2.12	2.47	3.38	2.59

Fuente: Elaborada con base en FAOSTATS

Alrededor del 30% de los países en la muestra analizada de 20 países muestran tasas de crecimiento de la producción agropecuaria altos (más de 4% anual), sin embargo este grupo está dominado por países de clima templado/subtropical. En el grupo de crecimiento medio (más de 2% anual) se encuentra el grueso de los países (40%) y en este grupo predominan los países de clima tropical. Finalmente el grupo con un crecimiento bajo, con tasas de crecimiento menores al 2% e incluso negativas se compone de 6 países todos ellos de clima tropical (Tabla 3).

**Tabla 3. Países agrupados de acuerdo a la tasa de crecimiento de la producción agropecuaria
2000 - 07**

Crecimiento producción	Países
Alto \geq 4%/año (30% de la muestra. 75% templado/subtropical 25% tropical)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Honduras 2. Uruguay 3. Paraguay 4. República Dominicana 5. Perú 6. Brasil
Medio \geq 2.0% y $<$ 4% 40% de la muestra. 38% templado/subtropical 62 tropical)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Argentina 2. Guatemala 3. Nicaragua 4. Ecuador 5. Chile 6. Bolivia 7. México 8. Costa Rica
Bajo $<$ 2.0 (30% de la muestra. 100% tropical)	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Salvador 2. Panamá 3. Rep. Boliv. de Venezuela 4. Colombia 5. Haití 6. Cuba

Fuente: Tabla 2

De acuerdo con el modelo expuesto en la nota metodológica, el crecimiento registrado de la producción puede deberse a un cambio en el uso de los recursos usados, a un cambio de la eficiencia en el uso de esos recursos (productividad) o una combinación de ambas causas. Sin embargo, mientras que el cambio en el uso de los recursos, particularmente la tierra, puede atribuirse principalmente a aspectos económicos (precios relativos), el aumento de la productividad de los recursos se atribuye al cambio técnico, el cual es uno de los productos del sistema de innovación del país o región. En las dos secciones que siguen se presentan las cifras del crecimiento en el uso de los recursos y del crecimiento de su productividad, lo que permitirá extraer algunas hipótesis sobre cuánto del cambio observado proviene del cambio técnico impulsado por la investigación agropecuaria.

Una nota de precaución en la interpretación de estas cifras. Ellas no tienen en cuenta la producción destinada al autoconsumo o consumidas en mercados locales, más allá de la finca. Este volumen, producido por las economías campesinas, generalmente poco incorporadas al sector comercial, puede llegar a ser muy importante en algunos países. Sin embargo, dados los factores que regulan el crecimiento de la producción, es razonable suponer que este volumen de producción sigue el mismo patrón de crecimiento de la producción comercial.

2.2. Tendencia y estado actual del uso de los recursos

La Tabla 4 presenta las tasas de crecimiento de los principales recursos usados en la producción agropecuaria: tierra, mano de obra, maquinaria, y fertilizantes. Los países han sido agrupados en orden descendente respecto a la tasa de crecimiento de la producción en el periodo 2000 -07. Aunque la lista de recursos es incompleta pero puede dar algunas pistas sobre cuánto del aumento en producción proviene del aumento en el margen extensivo.

Un análisis de los promedios por niveles de crecimiento de la producción muestra una fuerte asociación entre esta variable y el crecimiento en el uso de fertilizantes. Los países con alta tasa de crecimiento de la producción tienen en promedio una tasa elevada de crecimiento en el uso de fertilizantes (6.36%), apoyados en el hecho que este grupo está compuesto en su mayoría por países de regiones templadas y subtropicales, cuya tasa promedio de crecimiento fue muy similar (6.53%), mientras que aquellos con una tasa baja de crecimiento (países tropicales) presenta una tasa promedio de uso de fertilizantes negativa (-0.16). La asociación con la superficie agrícola también es positiva pero más débil. La mayor tasa de crecimiento en el uso de fertilizantes se apoya en los países templados. En principio estas cifras estarían indicando que, en el agregado, la tasa de crecimiento de la producción estaría más relacionada con el crecimiento de la productividad que con el crecimiento en la superficie agrícola.

El uso de maquinaria, no se relaciona usualmente con la tasa de crecimiento de la producción pero si con el uso de mano de obra, ambos factores gobernados más por sus precios relativos que por cuestiones tecnológicas. Los promedios por niveles de producción parecieran indicar que los países en general ajustaron el uso de maquinaria en respuesta a los altos precios de los combustibles registrados en el periodo 2000 – 06. En particular los países tropicales, importadores de petróleo y de menores ingresos ajustaron más que sus pares de regiones templadas.

Tabla 4. Tasa de crecimiento del uso de recursos en la agricultura en ALC Periodo 1995-00 y 2000 -07

	Sup Agricola		Mano de obra		Maquinaria		Fertilizantes
	1995 – 00	2000 – 07	1995 – 00	2000 – 06	1995 – 00	2000 – 06	1995 – 02
Honduras	-2.79	1.02	0.74	0.62	0.90	0.34	-0.15
Uruguay	0.12	-0.31	-0.13	0.00	1.76	0.01	2.90
Paraguay	3.54	0.17	1.74	1.74			20.24
Rep. Dominicana	-0.67	0.01	-1.38	-1.53	28.74	-23.34	-0.70
Perú	-0.04	0.28	1.21	1.18	0.26	-0.14	8.59
Brasil	0.22	0.08	-1.59	-1.80	0.15	-0.19	7.28
Promedio altos	0.06	0.21	0.10	0.04	6.36	-4.66	6.36
Argentina	0.11	0.53	-0.16	-0.16	-0.56	-0.18	3.21
Guatemala	-0.35	-0.30	1.96	2.03	0.00	0.00	0.87
Nicaragua	2.24	0.28	-0.09	-0.18	20.32	-13.60	-0.68
Ecuador	0.03	-0.92	0.46	0.31	1.04	0.05	13.44
Chile	-0.30	0.71	0.29	0.24	4.19	0.00	2.11
Bolivia	0.30	-0.10	1.96	1.99	1.36	0.00	4.36
México	0.02	-0.08	0.10	-0.09	0.12	0.00	3.53
Costa Rica	-0.09	0.03	0.47	0.31	0.00	0.00	-0.20
Promedio medio	0.25	0.02	0.62	0.56	3.31	-1.72	3.33
El Salvador	1.08	0.56	0.96	0.82	0.00	0.00	-4.05
Belice	0.46	0.28			0.00	0.00	2.56
Panamá	0.75	0.00	-0.09	-0.24	5.48	0.09	-2.92
Venezuela	-0.15	-0.02	-1.05	-1.12	0.00	0.00	-0.24
Jamaica			-0.51	-0.41	0.00	0.00	-2.37
Colombia	0.28	-0.31	-0.07	-0.19	-1.15	0.00	4.97
Haiti	1.38	-0.10	0.96	0.96	0.51	0.00	9.59
Cuba	-0.23	0.03			-0.10	-0.10	-8.84
Promedio bajo	0.51	0.06	0.03	-0.03	0.59	0.00	-0.16
Promedio templados	0.50	0.16	0.43	0.39	1.04	-0.07	6.53
Promedio tropicales	0.15	0.04	0.20	0.11	3.98	-2.61	0.81
Promedio agregado	0.28	0.09	0.29	0.22	3.00	-1.76	2.89

Fuente: Elaborada con base en FAOSTATS

Nota: Maquinaria incluye tractores agrícolas y cosechadoras

2.2.1. Cambio en el uso de la tierra

Como resultado de las reformas en las economías de ALC como resultado de una creciente globalización, se ha presentado una gradual alineación de los precios domésticos con los precios internacionales, como se ilustra en la Tabla 5, que muestra los cambios en los precios de grupos de alimentos en tres periodos. Los precios de los cereales, aceites y lácteos comienzan a subir a partir del 2001 tendencia que se acelera después del 2006, impulsando una respuesta en la producción de estos rubros particularmente en los países del área templada/subtropical.

Tabla 5. Crecimiento anual de índices de los precios en grupos de alimentos

Grupos de alimentos	Tasa anual en %		
	1995-2000	2000 -2005	2005 – 2008
Cereales	-10.8	5.3	25.9
Carnes	-2,9	4,8	-1,4
Aceites	-8,3	8,7	21,7
Mantequilla	-7,5	11,6	24,1
Quesos	-3,6	8,3	22,2

Fuente Palmieri *et al.*, 2009 con base en FAOSTAT

La Tabla 6 muestra la variación en la superficie cultivada de los rubros de producción agrícola más importantes durante el periodo 2000 – 07 para los países de ALC diferenciados de acuerdo su localización en países templados/subtropicales y países tropicales. Quizás los hechos más notables del periodo son: *i)* el crecimiento de la producción y superficie cultivada con cereales en los países templados/subtropicales, *ii)* el vertiginoso crecimiento de las oleaginosas tanto en países templados/subtropicales (soja) como en países tropicales (palma africana) *iii)* El crecimiento significativo de las fibras en los países templados/subtropicales, y *iv)* el crecimiento de las frutas en países tropicales y en menor medida en los templados.

Tabla 6. Tasas de crecimiento de la producción y superficie de los principales rubros agrícolas 2000 -2007

	Cereales		Oleaginosas		Fibras		Frutas s/melón		Hortalizas	
	Prod.	Sup.	Prod.	Sup.	Prod.	Sup.	Prod.	Sup.	Prod.	Sup.
Argentina	1.49	-2.24	6.70	5.97	3.74	3.50	1.42	1.52	-2.22	2.74
Bolivia	5.56	3.34	4.51	5.45	4.74	-0.98	-2.04	-2.41	-2.13	1.06
Brasil	3.92	1.44	7.03	7.22	7.75	5.53	1.18	0.09	2.61	1.80
Chile	2.21	-2.13	3.96	-1.45	2.84	2.77	4.64	2.29	-1.04	-0.96
México	1.98	-0.65	1.83	0.15	4.40	3.66	2.38	1.68	0.43	-1.03
Paraguay	13.69	4.99	7.26	9.74	-2.66	2.57	-1.03	1.62	7.53	5.62
Uruguay	7.24	3.89	31.38	30.07			2.90	-1.62	-1.40	-5.55
Perú	2.00	0.00	4.49	2.76	7.28	2.97	3.71	2.54	1.56	0.05
Belice	0.83	0.79	-1.59	-2.24			2.00	-4.13	-15.23	-16.56
Colombia	0.65	-2.46	5.84	3.22	3.46	2.71	-2.05	0.29	-3.97	-2.32
Costa Rica	-4.17	-2.02	5.41	2.99	0.00	0.00	3.14	2.10	-11.36	-4.90
Cuba	-2.61	-2.75	2.77	-0.62	0.06	0.31	-0.59	-1.65	1.60	2.60
Rep. Dominicana	1.10	0.55	-0.15	-0.40	3.73	3.67	5.74	1.85	-1.31	-0.69
Ecuador	5.58	-0.36	4.80	-1.80	2.25	3.28	-0.47	-1.19	-0.20	0.47
El Salvador	4.12	-0.94	-3.86	-6.61	-0.28	-0.12	4.97	-3.10	-16.38	-1.92
Guatemala	1.91	4.74	7.97	0.45	0.13	0.48	8.18	9.63	10.66	5.76
Haití	-0.06	-0.32	-0.20	0.68	0.17	0.31	-0.30	0.43	-0.30	0.12
Honduras	0.97	-1.85	8.83	9.30	4.24	1.53	8.52	3.58	5.22	8.74
Jamaica	-1.02	-1.77	8.02	1.98	0.00	0.00	0.82	1.11	-2.92	-2.88
Nicaragua	1.66	0.26	5.99	4.08	1.50	1.42	0.45	0.76	6.95	9.11
Panamá	-0.13	-1.27	2.77	1.57			-0.21	0.84	2.10	-0.39
Rep. Bol. Venezuela	5.47	4.20	3.84	5.59	3.37	0.27	-4.79	-2.28	0.58	0.41
Promedio Tempo. y subiros.	5.23	1.55	8.64	7.70	4.06	2.75	1.68	0.60	1.08	0.14
Promedio tropicales	1.02	-0.23	3.60	1.30	1.55	1.16	1.82	0.59	-1.75	-0.17
Promedio ALC	2.38	0.25	5.35	3.55	2.46	1.78	1.75	0.63	2.67	1.95

Fuente: Elaborada con base en FAOSTATS

2.3. Productividad de los recursos

La Productividad de Múltiples Factores (PMF) no es un indicador fácil de medir. Aunque existen algunos trabajos que estiman la tasa de crecimiento de la PMF para la agricultura de ALC (Arnade, 1998; Nin *et al.* 2003; Trueblood, 1996; Días Ávila y Evenson, 2005) es difícil extraer conclusiones, a través de sus hallazgos, dada la sensibilidad de las estimaciones a la aplicación de diferentes metodologías en el cálculo del índice, de los datos y del método estadístico usado. En términos generales los resultados de estos trabajos apuntan a la existencia de una tendencia creciente de la producción como resultado del cambio tecnológico (PMF), y a la existencia de diferencias significativas entre países y regiones. La Tabla 7 presenta las tasas de crecimiento de la productividad estimadas para el periodo 1991 – 2004³.

Tabla 7. Estimaciones de la Productividad de Múltiples Factores (PMF) 1991 -2004

	Cultivos	Ganadería	Agregado
Nicaragua	2.7	6.27	5.00
Jamaica	0.35	7.85	5.00
Perú	4.62	4.07	4.38
Honduras	0.6	5.42	4.03
Brasil	3.59	4.32	3.86
Bolivia	2.98	2.48	2.75
México	1.95	3.55	2.63
Chile	1.96	3.15	2.52
Argentina	4.01	0.4	2.38
Haití	-1.25	3.54	2.19
Venezuela	1.75	2.2	2.02
Ecuador	0.64	3.84	1.80
Colombia	1.08	2.23	1.63
Rep. Dominicana	-0.15	2.88	1.50
Guatemala	0.86	1.64	1.45
Costa Rica	1.48	1.18	1.28
Uruguay	2.15	0.76	1.08
Panamá	-0.83	2.87	0.94
Paraguay	1.25	-0.3	0.77
El Salvador	-1.59	2.03	0.72

Fuente: Estimadas por Flavio Días Ávila usando los procedimientos y fuentes de datos explicados en Evenson y Ávila 2004.

Con base en estos valores se han distinguido tres grupos de países (Tabla 8): En primer lugar un grupo con crecimiento alto, cuya productividad creció a una tasa anual igual o superior al 3% anual durante el período 1991 – 2004. Este grupo engloba a 5 países (25% de la muestra), el grupo más numeroso corresponde a un crecimiento de la productividad medio, con una tasa de entre 1.5 y 3% anual, que agrupa a casi la mitad de los países en la muestra (45%). Finalmente, el tercer grupo compuesto por países con una tasa de crecimiento baja, menor al 1.5% anual, engloba a 6 países (30% de la muestra).

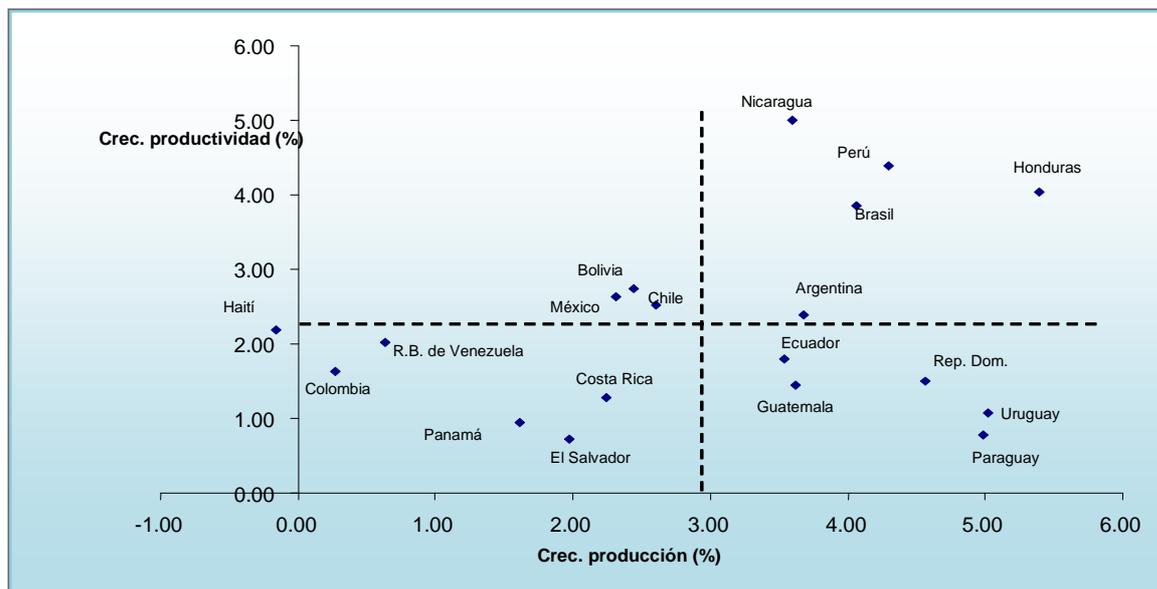
³ Estas tasas de crecimiento fueron estimadas por Días Ávila en el marco de un proyecto aun en marcha. La metodología de cálculo es exactamente la misma que aquella seguida en Ávila y Evenson 2004.

Tabla 8. Países agrupados de acuerdo a la tasa de crecimiento de la productividad

Crecimiento productividad	Países
Alto \geq 3%/año	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nicaragua 2. Jamaica 3. Perú 4. Honduras 5. Brasil
Medio \geq 1.5% y $<$ 3%	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bolivia 2. México 3. Chile 4. Argentina 5. Haití 6. Venezuela 7. Ecuador 8. Colombia 9. Rep. Dominicana
Bajo $<$ 1.5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Guatemala 2. Costa Rica 3. Uruguay 4. Panamá 5. Paraguay 6. El Salvador

La Figura 1 muestra el nivel de asociación entre la tasa de crecimiento de la producción agropecuaria y la tasa de crecimiento de la productividad. Países situados en el cuadrante superior derecho (Argentina, Brasil, Perú, Honduras y Nicaragua) muestran altas tasas de crecimiento de ambas variables mientras que países en el cuadrante inferior derecho (Uruguay, Paraguay, Ecuador, Guatemala y Rep. Dominicana, han incrementado su producción principalmente a través de un mayor uso de los recursos (superficie). Países en el cuadrante inferior izquierdo han quedado rezagados en crecimiento de la producción como de la productividad.

Figura 1. Relación entre tasas de crecimiento de la producción y productividad



3. Tendencias y situación actual de la investigación agrícola en la región

3.1. Estructura institucional y financiera de la I&D en países seleccionados

Un factor clave en la determinación de la eficiencia del sistema de innovación se refiere en primer lugar tanto a su estructura institucional (componentes, tamaño relativo y forma de ejecución de la investigación) como al financiamiento y su origen (Financiamiento público, privado y/o de otras fuentes). El tema de la evolución de la estructura institucional y financiera en ALC ha sido ampliamente documentado por lo que la sección resume el estado actual con base en los hallazgos de estos trabajos (Acquaye *et al.*, 2004, Staz y Beintema 2009, Palmieri *et al.*, 2008; Echeverría y Trigo 2008; et al. 2004, Ardila 2007, 2009, Trigo 2007, Piñeiro 2004, IAASTD 2009).

3.1.1. Estructura institucional

La actual estructura institucional del Sistema de Investigación Agropecuario en los países de ALC es el resultado de una evolución de más de 50 años en su último ciclo de transformación, durante el cual el sistema se ha ido adaptando a las cambiantes circunstancias internas y externas, incluyendo las profundas reformas institucionales de las décadas de los 80 y 90, planteadas con el objetivo básico de solucionar problemas internos de la organización, y de mejorar o incrementar la eficiencia de la organización y su habilidad para transmitir los resultados a quienes posteriormente los utilizan.

Las reformas estuvieron orientadas en general a cuatro grandes objetivos: 1) Mejorar la eficiencia y capacidad operacional de las organizaciones de investigación, en especial de los INIAS públicos, 2) Incrementar las capacidades de apropiación de los desbordamientos disponibles de tecnológicos y de conocimiento, 3) Mejorar la coordinación y movilización de capacidades nacionales para la innovación tecnológica, bajo la forma de "Sistemas Nacionales de Investigación o de Innovación, y 4) Desarrollo de estímulos para incrementar la participación del sector privado (Ardila 2009).

De estos cuatro tipos, aquellas dirigidas específicamente a los INIAS fueron las más abundantes y la gran mayoría fueron impulsadas por los organismos multinacionales de financiamiento durante los

90. La Tabla 9 describe brevemente el problema percibido y la reforma propuesta tanto en el área de investigación como de extensión- asistencia técnica. En el área de investigación el principal instrumento utilizado consistió en el impulso al desarrollo de fondos competitivos(FC), los que operan de forma descentralizada, propiciando la participación de múltiples instituciones del sector, incluyendo asociaciones de productores en la ejecución de los proyectos (Banco Mundial 2007). Los FC operan de forma que agregan transparencia y generan confianza en la asignación de los recursos. Otra área en la cual las reformas fueron profundas fue la de transferencia-extensión agropecuaria, en la cual alrededor de 14 países de la región adoptaron al menos algunas de las propuestas enumeradas en la tabla (Banco Mundial 2007).

Tabla 9. Reformas institucionales en el sistema de investigación y extensión de ALC durante los 90

Área del sistema	Problema percibido	Propuesta/Instrumento
Investigación	Gobernabilidad	Introducción de Fondos competitivos para: i) Mejor identificación y priorización de necesidades ii) Mejora en la propuesta de proyectos iii) Mayor transparencia en la asignación de recursos iv) Mejoras en el seguimiento y evaluación v) Promover la participación de otras instituciones en el proceso, incluyendo productores.
	Diversificación de servicios	
	Participación de entidades y productores	
	Colaboración interinstitucional	
Extensión	Descentralización	i) La extensión fue removida de los Ministerios centrales, dándole un mayor papel a las municipalidades y gobiernos locales. ii) Se impulsó la participación de los productores en el proceso de investigación y transferencia, mediante mecanismos participativos en la determinación de la agenda, sus prioridades y evaluación de impactos. iii) Se promovió la transferencia- extensión y/o asistencia técnica a través de empresas privadas y iv) Se promueve que el agricultor pague una parte de los costos.
	Orientación al cliente	
	Cofinanciamiento	
	Tercerización	

Fuente: Elaborado con base en Banco Mundial 2007

Otra de las reformas importantes fue el impulso a la formación de una estructura regional dirigida al aprovechamiento de los desbordes tecnológicos y de conocimiento existentes más allá de las fronteras del país en donde podrían utilizarse. En este ámbito, ALC es extremadamente rica en esquemas institucionales que fomentan y promueven la cooperación regional, esfuerzos en los cuales el IICA ha jugado un papel preponderante en la promoción y apoyo de este tipo de redes de cooperación. Sin embargo, la mayoría de estos mecanismos cooperativos acusan una aguda subinversión, mayor aún que la observada a nivel nacional.

Esta estructura institucional regional está compuesta actualmente por los siguientes programas cooperativos, (PROCI) de acuerdo con la división regional: PROCITROPICOS, SICTA, PROCIANDINO, PROCISUR y PROMECAFE. (Alarcón 2001, Palmieri et al. 2008, Ardila 2009). Esta amplia red de intercambio juega un papel importante promoviendo el flujo de información, conocimiento y materiales a través de programas de investigación conjuntos, con el objetivo de aumentar la capacidad del sistema nacional/local para aprovechar los desbordamientos tecnológicos y de conocimientos provenientes del exterior. En este sentido las redes especializadas juegan un papel importante para cerrar la brecha del conocimiento que se puede generar cuando la tecnología requiere de un mínimo importante de capacidad científica y financiera para su generación. Este

factor debe ser tenido en cuenta en la formulación de una estrategia en aquellos países con capacidades limitadas para generar y/o aprovechar derrames tecnológicos.

Como resultado, en la actualidad el sistema de investigación de ALC está compuesto por un amplio conjunto de instituciones que se desempeñan en los niveles local, nacional, regional e internacional (Tabla 10). Otras organizaciones, particularmente ONGs y Asociaciones de Productores, presentan aún un bajo nivel de participación en dicho Sistema, especialmente a nivel regional e Internacional.

Tabla 10. Estructura institucional del sistema de investigación agropecuario

Nivel	Instituciones	Tipo principal de producto
Nacional/ Local	Institutos Nacionales de Investigación (INIAs) Universidades agrícolas y Fundaciones, organizaciones no gubernamentales Asociaciones de productores Compañías privadas de insumos (semillas, alimentos, químicos, maquinaria, productos veterinarios)	Bienes públicos nacionales Bienes club- semipúblicos Bienes Privados
Regional	Foro Regional de Tecnología Agropecuaria (FORAGRO) Agencias de Cooperación Agrícola Regional (IICA en especial) Programas Cooperativos Regionales de Investigación (PROClS-PROClSUR, PROCIANDINO, PROCITROPICOS, SICTA, PROMECAFE) Redes de investigación por producto, tema (FLAR, CLAYUCA) Organizaciones de investigación y capacitación (CATIE; CARDI)	Bienes públicos regionales
Internacional	Centros Internacionales de Investigación (CGIAR) Compañías privadas multinacionales Centros Internacionales de Excelencia en Investigación y Desarrollo (IDRC) Universidades (USA, Canadá, Europeas) Fundaciones (Ford, Rockefeller, Kellogg y otras) Agencias de Cooperación Agrícola Internacional (FAO)	Bienes públicos internacionales

Fuente: Basado en Echeverría y Trigo 2008.

Entre las características más notables del sistema actual, merecen destacarse las siguientes cinco 1) *el INIA es aun el principal componente* del sistema. Sin embargo tanto su papel como el entorno bajo el cual desempeña sus funciones ha cambiado de forma importante, moviéndose hacia su integración en un sistema de innovación nacional, el cual a su vez se encuentra más interconectado con un sistema regional e internacional (Alarcón 2001; Palmieri *et al.*, 2009, Ardila 2009), 2) *Mayor importancia del papel de nuevos actores en el Sistema*: Universidades, ONGs, y grupos privados, especialmente en lo relacionado a la nueva tecnología. 3) *La toma de decisiones administrativas y financieras se descentraliza* en la mayoría de los países, 4) *La agenda de investigación se deriva de la demanda* del sector, la cual es a su vez más influida por las preferencias de los consumidores finales, 5) La generación de la nueva tecnología o tecnología de segunda generación como se conoce a un grupo de tecnologías entre las que se cuenta la biotecnología, la informática, y la agronomía de precisión entre otras, requiere de procesos riesgosos e intensivos en conocimiento y capital financiero, y presenta aún un escaso desarrollo y una considerable subinversión.

3.1.2. Estructura financiera

Existen al menos ocho fuentes potenciales de financiamiento para la investigación agropecuaria identificadas en la literatura (Echeverría, Trigo y Byerlee 1996): 1) Presupuesto sectorial agrícola del Gobierno 2) Venta de servicios; 3) Donantes internacionales; 4) Presupuesto sectorial de Ciencia y Tecnología 5) Establecimiento de una Fundación(fondo dotal); 6) Emprendimientos conjuntos (joint ventures); 7) Financiamiento por los agricultores y 8) Cobros por las innovaciones producidas (Royalties).

Aunque uno de los objetivos de las reformas impulsadas fue que el sistema de investigación accediera a un portafolio más diversificado de fuentes con menor dependencia del sector público a fin de contar con un flujo más estable de fondos, la evidencia indica que en la mayor parte de los países de ALC el financiamiento aún proviene principalmente del presupuesto público (Tabla 11). Esta excesiva dependencia financiera e institucional del sector público resulta en fluctuaciones presupuestarias, sujetas en numerosos casos a cambios y vaivenes en políticas, lo que atenta contra la eficacia y eficiencia del proceso de investigación a mediano y largo plazo, salvo contadas excepciones.

Tabla 11. Orientación institucional del I&D agropecuario por país (%). 1996 y 2006

	1996			2006		
	Gobierno	Educación superior	ONG	Gobierno	Educación superior	ONG
Argentina	41.7	58.3	0.0	55.4	44.6	0.0
Belice	59.0	0.0	41.0	53.9	7.8	38.3
Brasil	80.6	17.1	1.8	81.2	17.2	1.7
Chile	72.6	26.0	1.4	67.5	29.3	3.2
Colombia	59.7	16.5	23.7	46.4	18.3	35.3
Costa Rica	40.5	40.3	19.2	39.5	40.6	19.8
El Salvador	76.0	7.2	16.8	78.0	13.8	8.2
Guatemala	81.1	10.0	8.8	67.8	15.6	16.6
Honduras	17.4	42.8	39.7	14.6	55.2	30.2
México	52.8	47.2	0.1	45.9	54.0	0.1
Nicaragua	30.7	69.1	0.2	32.7	67.0	0.3
Panamá	78.4	12.4	9.2	74.2	14.1	11.7
Paraguay	72.8	27.2	0.0	52.8	47.2	0.0
Uruguay	44.4	51.9	3.7	53.2	42.6	4.3
Total muestra (14)	61.6	34.6	3.6	61.0	35.2	3.8

Fuente: Stads and Beintema. 2009

No obstante lo anterior, durante los procesos de reformas institucionales algunos países han diversificado las fuentes de financiamiento a través de la incorporación de algunas de estas alternativas. Entre los instrumentos más utilizados se cuentan los siguientes: 1) Financiamiento por parte de los agricultores, 2) Venta de productos y servicios, 3) Emprendimientos público – privado y 4) Fondos competitivos. Los cambios llevados a cabo por las INIAs en los años 80 y 90, y consolidados en los 2000, permiten identificar a un reducido grupo de los denominados Nuevos INIAs o *INIAs de segunda generación*, los cuales han adaptado exitosamente sus estructuras institucionales y financieras al nuevo entorno institucional que caracteriza a un sistema de innovación agropecuario.

La inversión privada y los emprendimientos públicos - privados

Un hecho notable en la estructura financiera de los sistemas de investigación de ALC es el bajo nivel de inversión privada existente en la región. Con pocas excepciones, el financiamiento privado en los países del área no sobrepasa actualmente el 10% del total invertido en investigación agropecuaria. Dos grandes grupos de factores han sido asociados con la escasa inversión privada 1) las condiciones económicas (incentivos) y la estructura institucional/legal de los países y 2) la estructura de la oferta de la denominada tecnología de segunda generación o nueva tecnología. En el primer grupo son especialmente importantes el tamaño del mercado, el nivel de desarrollo del sector (ingresos), los derechos de propiedad intelectual, el nivel de eficiencia del aparato burocrático (costos de hacer cumplir estos derechos) y el nivel de educación de alto nivel existente en el país (Alfranca y Huffman , 2000).

El segundo grupo de factores se relaciona con la naturaleza de la generación de la nueva tecnología, la cual es riesgosa, y muy intensiva en conocimiento, capital humano y financiero, condiciones que imponen altos costos iniciales para entrar en la industria. Estas condiciones dejan por fuera a la gran mayoría de los países de la Región. La combinación de una estructura de altos costos de generación y bajos costos variables de distribución, son condiciones para la existencia de economías de escalas en la generación de este tipo de tecnologías que promueven la formación de monopolios naturales.

En cuanto a la estructura legal y regulatoria, la región ha realizado avances en los últimos años (Traxler 2008), sin embargo este avance no ha sido lo suficiente como para atraer de forma significativa fondos privados para la investigación en la región.

Una de las formas novedosas para promover la participación del sector privado es la de los emprendimientos conjuntos entre el sector público y privado. Una revisión reciente de 124 experiencias de este tipo de emprendimientos concluye que en ALC muchas de estas experiencias se han desarrollado sin un claro entendimiento de las partes sobre los costos y los beneficios potenciales de la alianza para cada una de las partes involucradas (Hartwich y Tola 2007). En general, pocos países han desarrollado las habilidades requeridas para el fortalecimiento de emprendimientos conjuntos entre el sector público y privado. Entre aquellos INIAs que si han desarrollado una buena capacidad negociadora con base en su experiencia se tiene al INTA de Argentina,, EMBRAPA de Brasil, INIA de Chile y el INIA de Uruguay

Por otro lado, los Fondos Competitivos, tanto al nivel nacional como regional (i.e. FONTAGRO) han promocionado este tipo de alianzas introduciendo la figura de "consorcio interinstitucional" como una condición para poder concursar por fondos. En general, esta estrategia ha funcionado bien cuando el proyecto da como resultado bienes públicos nacionales o regionales. En el caso de que el producto final del proyecto sea un bien privado, se han presentado problemas por deficiencias en el establecimiento previo de los derechos de propiedad y repartición de beneficios comerciales del producto y sus derivados por parte de las instituciones intervinientes. Es necesario fortalecer las capacidades de las instituciones públicas en ese sentido ya que de otra manera las condiciones de negociación son muy asimétricas.

Los INIAs de segunda generación

Las cifras expuestas en el capítulo anterior en cuanto a productividad por regiones y países, que dan una amplia ventaja al llamado Cono Sur, no son una coincidencia, sino un esfuerzo debidamente planificado, con visión de largo plazo, que ha puesto a esta región en el primer lugar en cuanto a desarrollo y potencial agrícola, abriéndole un importante futuro a nivel mundial. Sin embargo, ello solo ha sido posible por una adecuada combinación y desarrollo paralelo de los dos componentes fundamentales del desarrollo tecnológico, a saber la institucionalidad y la innovación tecnológica.

Los ejemplos exitosos, que se listan a continuación tienen diferentes orígenes y composición, y sus experiencias innovadoras en desarrollo tecnológico agrícola e institucional deberían ser compiladas y difundidas ampliamente por organizaciones como el IICA y el FORAGRO , como base para el fortalecimiento de la institucionalidad pública de I&D en numerosos países ,a fin de poder afrontar los retos futuros con mayor seguridad, en beneficio de un mayor impacto y un desarrollo agrícola más equilibrado, más competitivo, y más sostenible de ALC.

INTA de Argentina, el pionero.

Su creación allá por el año 1957, marcó el inicio de una institución que por largos años ha mantenido un liderazgo importante, tanto a nivel nacional como Internacional, siempre adaptándose a las nuevas demandas tanto del sector productivo como del Gubernamental normativo, y manteniendo una política de estímulos a sus investigadores, la que ha propiciado un continuo flujo de innovadores, tanto de brillantes investigadores, como de especialistas en temas institucionales. Sus profesionales y directivos siempre han incursionado en forma temprana en temas de frontera, como los de propiedad intelectual y patentes, emprendimientos conjuntos con el sector privado, actualización de los servicios de extensión y modelos de Gerencia y financiamiento, siempre exitosos. Sus experiencias y enseñanzas en innumerables oportunidades han cruzado las fronteras nacionales, para apoyar esfuerzos institucionales en una ya larga lista de países.

EMBRAPA. Un ejemplo para la región y para el mundo.

Su creación a inicios de los 70 aprovechó la rica experiencia del país especialmente de la región Paulista, como también de otras regiones del mundo, para lo cual, y con el apoyo de especialistas del IICA, Brasileños, líderes e innovadores y prestigiosos dieron forma a un modelo que perdura, crece, se moderniza, y que hoy es referencia no solo para América Latina, sino para el mundo. Su creación coincidió con la política Gubernamental de pleno apoyo al desarrollo de todo su territorio, iniciado pocos años antes con la fundación de Brasilia. Sus tecnologías y materiales para el trópico, y subtropical ya llegan a otros –Continentes, y se convierten en referencia e insumos valiosos para importantes desarrollos tecnológicos en numerosos países de la región, y de otras regiones

El INIA de Uruguay, una reingeniería exitosa.

El caso del INIA de Uruguay ilustra un ejemplo exitoso de reingeniería institucional, con un desarrollo armónico y flexible, que antes que nada le ha permitido un desarrollo competitivo y sostenible en el tiempo. Ilustra el caso de un arreglo institucional público –privado innovador, dentro de una base jurídica que le ha permitido hacer investigación en función de las prioridades nacionales, y paralelamente manejar un portafolio diverso de formas de inversión, que incluye el establecimiento de una fundación con un fondo competitivo abierto a la institucionalidad complementaria de I&D existente en el país, y también incorporando integralmente y desde su inicio, el financiamiento por parte de los productores. El portafolio de recursos del INIA incluye: 1) Tesoro público a través de un % del IVA; 2) Contribuciones voluntarias de los productores; 3) Donaciones nacionales e internacionales; 4) Fondos propios por venta de productos, servicios y regalías.

Chile, un caso de Innovaciones múltiples relevantes en la cadena del conocimiento: INIA, INDAP, y la Fundación Chile.

El caso de Chile es para el Continente una referencia que va mas allá de la reforma institucional focalizada en una organización. En la práctica se ha tratado de una verdadera cadena Institucional para el desarrollo y aplicación integral del conocimiento y la tecnología, de gran utilidad e impacto para el agro nacional. Si bien el INIA ha sido una constante en la Investigación agropecuaria en el país, y sus logros cuentan con un merecido reconocimiento, el país ha sabido innovar paralelamente en otros componentes fundamentales para su desarrollo sectorial y agroindustrial, dentro de los que merecen un sitio especial la Fundación Chile, responsable por innovaciones de primera calidad que hoy están en el mercado por iniciativa de importantes sectores económicos, y el INDAP, que ha sabido mantener en el campo de la Extensión rural o agrícola una gran capacidad de innovación y adaptación a nuevas situaciones del sector. Muchos ejemplos podrían citarse en el trabajo del INDAP, pero lo cierto es que sus experiencias han sido reconocidas a nivel Internacional, y se han convertido en referencia obligada para muchos países que han logrado o intentado modernizar sus Servicios de Extensión y Asistencia técnica.

Otros casos relevantes en el trópico Centroamericano

Aunque el espacio del trabajo no permite una extensión que haga justicia a todos los éxitos regionales en Centroamérica, como también a desarrollos promisorios en algunos de sus INIAS, es necesario citar lo que podría llamarse una “malla regional de Investigación” exitosa, dentro de la que deben mencionarse el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, la Escuela Centroamericana de Ganadería, ECAG, la

Fundación Hondureña de Investigación, FHIA, La Escuela de enseñanza de Agricultura tropical EARTH y la Escuela de El Zamorano, enfocadas estas últimas a la formación de nuevos empresarios del agronegocio. Otros centros de Investigación que trabajan en el desarrollo y asistencia técnica para el agronegocio y la pequeña empresa en la región están representados especialmente por el Centro de Investigación en Tecnología de Alimentos, CITA, de la Universidad de Costa Rica, y algunos más en el campo de la extensión y la asistencia técnica no pública, pequeños aún pero promisorios, vinculados a organizaciones sin fines de lucro generalmente o a grupos específicos por producto y por grandes cadenas de cadenas de supermercados, que comienzan a abrir la puerta a las tan necesarias innovaciones para fortalecer la agricultura familiar.

3.2. Niveles de Inversión en I&D en países seleccionados

Esta sección está basada en las recientes investigaciones de Stads, y Beintema 2009 y Días Ávila y Evenson 2004, Quienes presentan una síntesis de las tendencias y situación actual de los principales indicadores de, la inversión pública y privada en investigación agropecuaria en la región, así como algunos indicadores sobre la eficiencia de su uso tales como la estructura y capacidad instalada en países seleccionados.

Los cambios institucionales durante la década de los 80 y 90 fueron acompañados de un modesto incremento en los niveles de inversión pública en I&DA en la mayoría de los países del área, aunque el 30% de los países reporta tasas de crecimiento negativas durante el período 1991 – 2001, profundizando aún más la brecha regional en el desarrollo de capacidades. Desafortunadamente esta tendencia al alza no se mantuvo en el primer decenio del nuevo siglo, de manera que en la actualidad más de la mitad (53%) de los países en la muestra reportan tasa negativas de crecimiento de la inversión pública durante el periodo 2000 - 06 (2). En la Tabla los países se han ordenado de acuerdo al nivel de inversión pública promedio de los años 2001 y 2006. Se distinguen tres categorías: aquellos que invierten más de 100 millones, aquellos que invierten entre 10 y 100 millones y los que invierten menos de 10 millones.

Tabla 12. Nivel y tasa anual de crecimiento de la inversión pública en I&DA. 1991 -2006

País	Inversión Pública (Millones de I\$)				Tasa de crecimiento (%)	
	1991	2001	2006	Promedio 2001 -06	1991 -01	2001 -06
Brasil	1432.5	1194.9	1224.1	1209.5	-1.63	-0.66
México	369.2	437	517.6	477.3	0.85	2.98
Argentina	199	221.9	448.6	335.25	1.33	16.01
Colombia	135	176.3	152.4	164.35	3.92	-3.75
Chile	65.6	124.3	98.1	111.2	6.71	-4.63
Uruguay	28.5	41.8	59.8	50.8	0.8	9.71
Costa Rica	20.9	26.7	29.9	28.3	1.07	2.82
Nicaragua	14.6	22.5	24.1	23.3	4.03	-2.27
Rep. Dominicana	12.2	14.6	17.4	16	1.83	4.17
Honduras	15.8	13	11	12	0.68	-2.94
Panamá	12.6	10.5	10	10.25	-0.68	-0.98
Guatemala	11.4	9	8.3	8.65	-4.70	-2.04
El Salvador	10.5	6	5.7	5.85	-5.48	-3.32
Paraguay	3.4	2.6	3.1	2.85	-3.41	1.54
Belice	2.3	2.3	2.6	2.45	1.33	2.38
Total Muestra (15)	2,333.60	2,303.50	2,614.50	2459	2.56	0.99
Total (26)	2,697.50	2,702.90	2,983.70	2843.3	2.14	1.05

Fuente: Stads y Beintema. 2009 (Tabla 6)

Otra forma comúnmente usada para medir la inversión pública es expresar el gasto como porcentaje del PIBA. Esta relación expresa de alguna manera la importancia relativa que tiene la I&D agropecuaria en la política de asignación de los recursos. En promedio los países invirtieron en I&D el 1.14% del PIBA en el 2006 contra el 1.34 en 1996 (Staz y Beintema 2009). La Tabla 13 ordena los países en tres categorías de acuerdo a este indicador.

Tabla 13. Países agrupados de acuerdo a la intensidad de la inversión. 2006

Intensidad de la inversión	Países
Alto $\geq 1.20\%$ /año	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uruguay 2. Brasil 3. Chile 4. México 5. Argentina
Medio $\geq 0.75\%$ y $< 1.20\%$	<ol style="list-style-type: none"> 1. Costa Rica 2. Belice 3. Nicaragua
Bajo < 0.75	<ol style="list-style-type: none"> 1. Panamá 2. Colombia 3. Honduras 4. Rep. Dominicana 5. El Salvador 6. Guatemala 7. Paraguay

Fuente: elaborado con base en Stads y Beintema 2009.

3.3. Capacidad de aprovechamiento

La inversión con recursos nacionales (llamada también endógena) es solo un lado de la inversión efectiva de un país, la cual incorpora los desbordes tecnológicos provenientes del exterior, ya sea de países vecinos, de países con condiciones similares o de centros internacionales o regionales de investigación. Sin embargo, el nivel de eficacia con que se utilizan estos desbordes depende de la capacidad instalada para generar y/o aprovechar desbordes tecnológicos. La capacidad de aprovechamiento es una función de la compleja interacción de múltiples factores tales como la cantidad y calidad de los científicos, el desarrollo de infraestructura especializada la intensidad del flujo de información entre agentes en el sistema, entre otros, por lo que un análisis detallado cae fuera del alcance de este trabajo. Recientemente, sin embargo dos trabajos han analizado diferentes indicadores y clasificado los países de acuerdo con su capacidad científica. Traxler 2008, que usa el *número de científicos y la cantidad de publicaciones científicas* durante el periodo 1997 – 2006 como indicador de la capacidad de los países para generar (ciencia básica) o aprovechar (ciencia aplicada) desbordes tecnológicos y los clasifica en tres categorías.

Por su parte, Días Ávila y Evenson (2004) estiman dos índices nominales con 5 categorías, a saber un índice de *capital de innovación* basado en dos medidas de la intensidad de la investigación, a saber *a) el número de investigadores por unidad de superficie y la importancia de la inversión pública respecto al PIBA, y b) un índice de capital de imitación*, basado en el nivel de escolaridad de la población trabajadora masculina y el número de extensionistas por unidad de superficie. Usando ambas fuentes se agruparon los países en tres grandes categorías de acuerdo con su capacidad para generar y/o aprovechar los desbordes tecnológicos.

Tabla 14. Países agrupados de acuerdo a su capacidad para generar/aprovechar desbordes tecnológicos

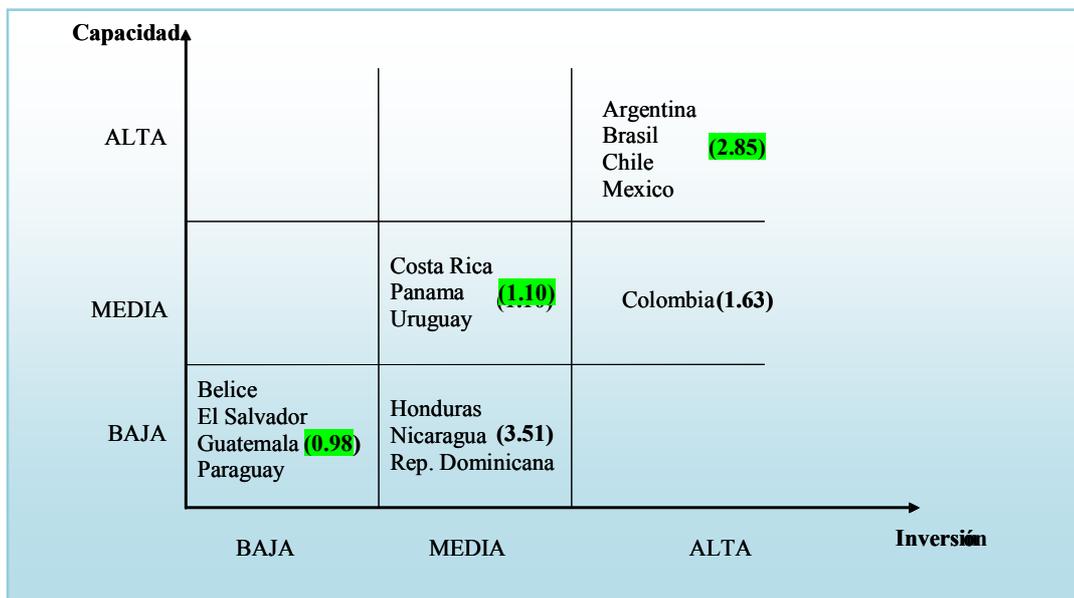
Capacidad de generación/aprovechamiento	Descripción	Países
Alta	Países que tienen alta capacidad de generar desbordes tecnológicos hacia fuera, lo que significa que también tienen alta capacidad de apropiarse del desborde tecnológico que viene de afuera.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brasil 2. Argentina 3. México 4. Chile
Media	Países que tienen baja capacidad de generar desbordes tecnológicos hacia afuera, pero que si tienen buena capacidad para de aprovechar los desbordes tecnológicos que vienen de afuera.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Venezuela 2. Cuba 3. Colombia 4. Uruguay 5. Costa Rica 6. Perú 7. Panamá 8. Jamaica 9. Ecuador
Baja	Países que tienen baja capacidad de generar desborde tecnológico y baja capacidad de aprovechar los desbordamientos disponibles hacia adentro.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bolivia 2. Honduras 3. Guatemala 4. El Salvador 5. Nicaragua 6. Paraguay 7. Rep. Dominicana 8. Haití 9. Belice 10. Resto del Caribe

Fuente: Elaborado con base en Traxler 2008 y Días Ávila y Evenson 2004.

3.4. Relaciones entre productividad, inversión y capacidad científica

La Figura 2 muestra la relación que existe entre el nivel de inversión y la capacidad de generar y adaptar conocimientos y tecnologías agrícolas. En general, a medida que los países incrementan su nivel de inversión, aumentan su capacidad de I&D y como resultado, el nivel de productividad agregada de la agricultura es mayor. Entre paréntesis en cada recuadro de la figura se muestra la productividad media del grupo. Tres países escapan a esta lógica: *Honduras, Nicaragua y Rep. Dominicana*. Los dos primeros muestran niveles de *crecimiento* de la productividad cercanos al (5%), pero niveles de inversión media y capacidad de aprovechamiento bajos, por lo que la tasa de crecimiento de la productividad media puede deberse a factores coyunturales de corto plazo difícilmente sostenibles si no mejoran ambas variables. La Rep. Dominicana muestra una tasa de crecimiento de la productividad de 1.5%, más acorde con un nivel de inversión media. Otra posible explicación para este grupo podría consistir en niveles de productividad inicial muy bajos, de tal manera que cualquier mejora tecnológica puede implicar un salto importante, mas no una mejora significativa, que le permita equiparar sus rendimientos físicos a los de otros países tecnológicamente más avanzados. También debe analizarse con mayor profundidad la hipótesis anteriormente presentada de la mayor posibilidad de aprovechamiento de desbordes tecnológicos en países ubicados en zonas templadas de ALC, para lo cual precisamente el grupo de mayor productividad media está ubicado en esta franja, a saber Argentina, Brasil, Chile y México.

Figura 2. Relación entre inversión en I&DA, capacidad del sistema y crecimiento de la productividad



Fuente: Elaboración de los autores

3.5. Resumen. Experiencias y lecciones aprendidas

En **cuanto a la estructura institucional y financiera**. Aunque algunas reformas han provocado cambios positivos durante la época de los 90, no todas ellas tuvieron los resultados esperados, ya que no lograron consolidarse o fueron ejecutadas en forma parcial, o en una dirección equivocada. En un estudio reciente sobre un total de 21 reformas de INIAS en los últimos ocho años, (Ardila 2009), tan solo en ocho de los casos (un 38%) se puede considerar que fueron exitosas. Entre tanto, en diez de ellos las reformas no alteraron significativamente la situación previa (47%), y en el resto (15%) el desarrollo posterior no permite asegurar si se tendrá éxito en el mediano y largo plazo. Aún así, dentro de las reformas sometidas a prueba en la región, existen valiosas lecciones que pueden ser de gran utilidad para otras organizaciones en proceso de cambio. Para los casos no exitosos, cinco grupos de razones parecen explicar el porqué la mayoría de las reformas no llegaron a buen término, a saber:

1) **Designación de equipos directivos con escaso o nulo conocimiento del negocio que asumen**. Esta situación es debida en numerosos casos a presiones de tipo político, y/o también a la ausencia de sistemas apropiados de selección de equipos gerenciales para una organización de conocimiento. También se han presentado algunos casos en los cuales las propuestas de reforma institucional han sido preparadas a la medida para algunos de los participantes en el diseño de las mismas, estos con influencia en los niveles decisorios, que, una vez aprobada la propuesta, entran a formar parte del nuevo equipo directivo, sin la formación y experiencia requeridas, lo cual éticamente es totalmente rechazable, y por supuesto ha llevado a sonados y conocidos fracasos en la región.

2) Presencia de un fuerte **corporativismo defensivo del status quo institucional**, en la búsqueda de perpetuar la estructura de poder existente. Esta singular situación, fácilmente comprobable, ha logrado en no pocos casos impedir los cambios propuestos, utilizando para ello presiones de tipo político por la vía de organizaciones gremiales profesionales, sindicales, y filiaciones partidistas. Esto demuestra una significativa ausencia de la llamada "tecnología para el cambio", ampliamente conocida en las ciencias sociales y políticas (*soft technology*), más ampliamente desconocida en

numerosas organizaciones públicas de Investigación agrícola, conectoras y expertas en el diseño de tecnologías de producción (*hard technology*).

3) **Diseño insuficiente o inadecuado de la reforma.** Varias razones pueden ser aducidas, algunas vinculadas a la simple intención de copiar modelos organizacionales construidos para realidades completamente diferentes (*i.e. intento de copia del modelo de EMBRAPA en Costa Rica, o del modelo Chileno de asistencia técnica privada en Honduras, en palabras de Ardila*), y en otros casos, por la selección de equipos de consultores externos con escaso conocimiento de las realidades del país, y en no menos casos por la ausencia de un equipo Nacional apropiado, que tenga a cargo la responsabilidad central principal en la preparación y liderazgo de la propuesta, previo conocimiento y experiencia adecuada y demostrable.

4) **Recursos humanos y financieros insuficientes para adelantar los cambios propuestos.** Esta situación ha motivado en casi todos los países una preocupación y una consecuente reacción tanto del sector demandante de tecnologías, como de grupos de investigadores bien intencionados, que ha llevado a la preparación de propuestas de cambio, que encuentran en los niveles de decisión política y presupuestaria un apoyo insuficiente, y en algunos casos una negativa, motivada en parte a un bajo desempeño e impactos reducidos de la institución, pero también por la existencia de políticas Nacionales y sectoriales que por períodos de tiempo a veces considerables, asignan una menor prioridad y recursos no solo al sector agrícola, sino a las inversiones en ciencia y tecnología.

5) **Escasa o insuficiente validación de la propuesta con los usuarios y beneficiarios potenciales del modelo.** Son múltiples las oportunidades en las que la propuesta sale de los mismos grupos de investigadores, sin una previa consulta política al más alto nivel, y sin validación apropiada con los usuarios, que, debidamente informados y con una participación relevante en la preparación de la propuesta, se pueden convertir en aliados imprescindibles, o en opositores eficientes a la misma, si no están completamente convencidos de los beneficios.

En **cuanto a los niveles de inversión**, estos han aumentado en los últimos años, pero su crecimiento ha sido más lento que en otras regiones del mundo que pueden ser competidoras potenciales para ALC. Además, los incrementos y participación en el total de estas inversiones se han concentrado en unos pocos países, mientras que en el resto el crecimiento ha sido completamente insuficiente. Lo mismo se puede decir de la capacidad científica para desarrollar conocimiento y tecnologías o para la apropiación de desbordes tecnológicos, concentrados en pocos países. Así por ejemplo, Brasil, Argentina, Chile y Uruguay engloban más del 70% de los investigadores agrícolas públicos en la región. Como consecuencia, la mayoría de los sistemas de investigación agropecuaria de la región basan sus capacidades mucho más en el aprovechamiento de los desbordes tecnológicos disponibles más allá de sus fronteras, llegando en algunos casos a desarrollar una estructura eficiente para procesar y generar tecnologías a partir de estos desbordes (*i.e. tecnologías desarrolladas por el CGIAR*).

Los resultados además muestran una fuerte relación entre capacidad, inversión y crecimiento de la productividad en países con climas templados (Cono Sur y México) llevando la delantera con niveles relativamente altos de inversión, capacidad y crecimiento de la productividad.

4. Oportunidades y desafíos para la I&D

4.1. Oportunidades:

Bajo la premisa de que las oportunidades se reflejan no solo en ventajas comparativas, como la dotación de recursos naturales sino también en ventajas competitivas (mayor conocimiento y tecnologías) se analizan a continuación diferentes áreas y sectores productivos donde el sector de investigación ha jugado y puede jugar un papel importante para mantener o ganar ventajas competitivas. Además de identificar aquellos países que en los últimos años han tomado la delantera o que tienen potencial para hacerlo, la sección identifica las principales variables que puedan servir de impulsores (drivers) en la construcción de escenarios.

4.1.1. Comercio Internacional y exportaciones agropecuarias

La composición y volumen de las exportaciones agropecuarias es un buen indicador de las ventajas competitivas desarrolladas por los países en los últimos años. La Tabla 15 muestra la composición de los principales productos exportados por los países de ALC. En las dos primeras columnas se listan los países ubicados en regiones templadas/subtropicales y las dos últimas los países tropicales. Como era de prever, los países templados/subtropicales han desarrollado sus ventajas competitivas en la producción de aceites y derivados especialmente en la producción de soja y derivados (aceites y tortas) con la excepción de Uruguay, donde la carne bovina y el arroz son importantes, Chile, donde son predominan los productos del mar y las frutas (incluyendo uvas y vino) y Perú, donde los productos del mar son también importantes aunque la soja y derivados van ganado terreno. Brasil es un importante exportador de carne de aves y cerdo.

En los países tropicales, aunque predominan las exportaciones tradicionales como café, banano, azúcar, es de notar que las exportaciones se han diversificado enormemente y productos no tradicionales como flores en Colombia, piña, melón y otras frutas en Costa Rica, Panamá, y Guatemala, han tomado relevancia en los últimos años. Aquellos países con un litoral marítimo y una industria pesquera relativamente eficientes han desarrollado también exitosamente exportaciones de productos del mar (Ecuador, El Salvador, Honduras, Panamá y Venezuela). Por último es importante anotar casos de sucesos recientes, como el de las exportaciones de carne bovina de Nicaragua.

Tabla 15. Principales productos exportados por los países de ALC

País	Principales productos de exportación (% de las exportaciones en 2007)	País	Principales productos de exportación (% de las exportaciones en 2007)
Argentina	Soja y derivados (47.61) Maíz (7.89) Trigo y morcajo (7.06)	Colombia	Café (28.74) Flores (16.40) Carne Bovina (11.13) Banano (9.81) Aceite de palma (4.80)
Bolivia	Soja y derivados (48.54) Cocos y nueces (10.18) Aceites vegetales (7.37) Azúcar (4.29)	Costa Rica	Banano (20.91) Piña y otras frutas (17.14) Café (10.03) Hortalizas (4.21)
Brasil	Soja y derivados (26.25) Carne de Aves (10.30) Azúcar de caña (9.39) Café (7.14)	Ecuador	Banano 31.19 Pescados y Crustáceos (28.23) Flores (9.65) Cacao (4.56)
Chile	Pescados (23.48) Uvas & Vino de uvas (24.12) Frutas (5.62)	El Salvador	Café (23.40) Alcohol etílico (17.66) Pescados (9.60) Azúcar de caña (7.90) Agua mineral (6.40)
Paraguay	Soja y derivados 47.74 Maíz (12.28) carne bovina 15.35	Guatemala	Café (21.37) Azúcar de caña (13.25) Banano (12.07) Nuez moscada, amonos y cardamomo (5.08) Frutas (4.92)
Perú	Harina de pescado (31.01) Soja y derivados (19.95) Café (14.60) Azúcar (3.97)	Honduras	Café (39.85) Banano (12.26) Crustáceos (10.29) Aceite de palma (8.80) Cigarros puros y cigarrillos (6.49)
Uruguay	Carne bovina (31.67) Arroz (11.12) Soja (8.30) Leche y derivados (4.99)	Nicaragua	Café 19.50 Carne Bovina 1 (8.48) Crustáceos (7.71) Azúcar de caña (7.67)
México	Tomates y otras hortalizas (15.25) Cerveza de malta (12.01) Alcohol etílico (5.46) Frutas (4.98)	Panamá	Frutas (22.55) Pescado (35.16) Banano 10.37
		Rep. Dominicana	Azúcar (16.98) Cacao (11.06) Banano 9.46 Cigarros puros y cigarrillos 6.00 Cerveza de malta 4.23
		Venezuela	Crustáceos (17.68) Harinas y derivados (13.50) Alcohol etílico (11.31) Oleaginosas (semillas) (7.65) Cigarros y cigarrillos (6.39)

Fuente: IICA 2008 con base en datos de Naciones Unidas, COMTRADE 2007

Aunque los casos donde ALC ha tenido éxito en generar ventajas competitivas son numerosos, se han seleccionado tres para analizar por su importancia en términos comerciales y porque el uso de dos de ellos genera un cierto nivel de controversia, que alcanza al sistema de investigación, a saber, los biocombustibles, la biotecnología representada por los Organismos Genéticamente Modificados (OGM), y la producción y exportación de productos no tradicionales (frutas y verduras).

Sin embargo, se debe reconocer que aunque existen muchos otros casos de éxito basados en ventajas competitivas ganadas a través de la innovación tecnológica, como el desarrollo y la introducción de variedades mejoradas de alto rendimiento de trigo en el Bajío Mexicano y de frijol en el Altiplano, o las variedades mejoradas de arroz y frijol en Brasil, (Echeverría y Trigo 2008), sin olvidar el café de Centroamérica y Colombia y así se podrían nombrar muchas más, ellas no alcanzan la magnitud del impacto económico y del potencial a futuro de estos tres casos.

Tabla 16. Tres casos de éxito en competitividad

Área de competitividad	Países involucrados	Sector/Tecnología
Biocombustibles	Bioalcohol: Brasil, Argentina, Biodiesel: Brasil, Argentina Soja: Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay Aceite de Palma: Colombia y Centro América.	Complejo azucarero Complejos oleaginoso/ Soja Transgénica - Siembra Directa Sector privado
Biotecnología. OGM.	Argentina, Brasil; Paraguay; Uruguay; México; Colombia; Honduras	Algodonero, sojero, maicero/ variedades mejoradas genéticamente modificadas
Exportaciones no tradicionales	Frutas: Centro América, Perú, Colombia, Chile. Hortalizas: Centro América, Perú, Colombia, México	Complejos hortícola y frutícola/variedades mejoradas; calidad/mercadeo

4.1.2. Biocombustibles:

Aunque el uso de productos agrícolas para combustibles no es nuevo, solo hasta la segunda mitad de la década de los 90 la relación de precios entre ambos usos se disparó, favoreciendo producción de biocombustibles. Así, mientras en los 70 se necesitaban entre 40 y 50 Kg. de trigo para comprar 1 barril de petróleo, para el periodo 2005 -08 se necesitan alrededor de los 350 Kg., relación que pareciera se mantendrá o se fortalecerá en un futuro cercano. Como una respuesta a esta oportunidad, ALC ha desarrollado ventajas competitivas en la producción de bioalcohol basado en la caña de azúcar y biodiesel basado en aceite de soja y de palma.

1) Bio Alcohol. El desarrollo de la industria del etanol a partir de la caña de azúcar a través del programa ProAlcól ha puesto a Brasil como el líder mundial, con una industria muy competitiva en términos de costos.

No se considera la posibilidad en el corto o mediano plazo de que ALC produzca a escala comercial alcohol a partir del maíz.

2) Biodiesel. Argentina y Brasil lideran la producción de biodiesel a escala comercial, usando aceite de soja como materia prima. Un estudio reciente pone a Argentina y Brasil en el tercero y quinto lugar respectivamente a nivel mundial en términos de ventajas competitivas absolutas para la producción de biodiesel, con base en el costo de producción por litro de biodiesel (Tabla 17). El mismo estudio coloca a Colombia y Uruguay como países con un gran potencial de exportación de biodiesel, basado el primero en la producción con base en aceite de Palma Africana y el segundo con base en aceite de soja. Otros países con gran producción de soja y derivados como Paraguay, Bolivia, y Perú, es probable que produzcan biodiesel para el mercado interno y exporten materia prima (aceite) a países productores de la Unión Europea.

Tabla 17. Los 10 países con mayor potencial absoluto para la producción de biodiesel

Orden	País	Producción potencial (Millones lts.)	Costo Producción (\$/lt.)*
1	Malasia	14,540	0.53
2	Indonesia	7,595	0.49
3	Argentina	5,255	0.62
4	USA	3,212	0.70
5	Brasil	2,567	0.62
6	Holanda	2,496	0.75
7	Alemania	2,024	0.79
8	Filipinas	1,234	0.53
9	Bélgica	1,213,	0.78
10	España	1,073,	1.71

Fuente: Johnston y Holloway 2006

Para los países del área tropical, particularmente en Centro América, aunque todavía no se produce biodiesel a escala comercial, el potencial descansa en la producción de biodiesel a partir del aceite de palma africana, especialmente en la región Pacífica.

Empujada por el crecimiento económico y la relación de precios, se espera que la demanda por biocombustibles continúe aumentando en el futuro, por lo que la disyuntiva entre producir energía o alimentos se agudizará, particularmente en aquellos países cuya frontera agrícola potencial es limitada, especialmente para los casos de los países Isleños del Caribe, excepción hecha de Rep. Dominicana, y adicionalmente para El Salvador, Guatemala, Honduras y en menor proporción para Costa Rica, Ecuador y Panamá (IICA, Ardila, 2009).

Ante esta disyuntiva, y para los países que cuentan con una disponibilidad intermedia de tierra agrícola adicional, lo que les permitiría evitar la reducción en la producción de alimentos, la alternativa es producir más usando aceites no comestibles, como aquellos derivados de la palma africana. En términos generales, para los países latinoamericanos, la investigación en la producción de materias primas alternativas como la jatropa, algas, y grasas animales, también puede representar una buena oportunidad de investigación. Subsiste sin embargo la preocupación sobre el potencial impacto negativo de estos desarrollos puedan tener en la frontera agrícola disponible, como también en la eventual reducción de los bosques.

4.1.3. Biotecnología/OGM

Aunque el concepto de biotecnología abarca una amplia gama de técnicas que incluyen a la biología molecular y la selección asistida por marcadores, entre otras, difundidas en muchos de los países de ALC, el desarrollo comercial de cultivos modificados genéticamente no ha corrido con la misma suerte. Adicionalmente, hoy en día los cultivos transgénicos se encuentran cuestionados en términos de sus efectos ambientales, sociales y económicos (IAASTD 2009). Paradójicamente, la región de ALC es líder en la aplicación de esta controversial tecnología, que tiene el enorme potencial de aliviar muchos de las limitantes relacionados con estrés biótico y abiótico, que afectan hoy en día a la producción de cultivos en la región. En el 2006, 7 países tenían cultivos transgénicos, con Argentina y Brasil llevando la delantera, seguidos por Paraguay y Uruguay (Tabla 18). En total la región engloba casi el 80% de la superficie con cultivos transgénicos del mundo (James 2006).

Tabla 18. Superficie cultivada con cultivos transgénicos en ALC en el año 2006

País	Superficie (000 ha)	Cultivos
Argentina	18,000	algodón, soja, maíz,
Brasil	11,500	soja, algodón
Paraguay	2,000	soja
Uruguay	400	soja, maíz
México	60	algodón, soja
Colombia	30	algodón, maíz, colza
Honduras	2	maíz

Fuente: James 2006

Los países han comenzado a elaborar los marcos legales y normativos para acomodar a la nueva ciencia, en particular en el caso de los Organismos Genéticamente Modificados (OGM). En general, el marco está centrado en los aspectos legales. Las acciones apuntan a proteger los derechos de propiedad intelectual y a preservar la salud humana. En tal sentido, es vital asegurar la inocuidad de los alimentos, proteger el ambiente y evitar eventuales repercusiones sobre el comercio internacional (restricciones de la demanda).

4.2. Los desafíos

Los sistemas de investigación y desarrollo agrícola en ALC se enfrentan en la actualidad con diferentes clases de desafíos, que también pueden verse como grandes oportunidades, además del desafío básico de mejorar la productividad y competitividad del sector. Estos desafíos están relacionados con la presencia de potenciales externalidades negativas *globales, regionales o nacionales* que se han generado a través de los años, con el desarrollo de los países y la región. La Tabla 19 resume aquellos que se han considerado como más importantes para un futuro de mediano plazo.

Tabla 19 . Principales desafíos para el sistema de investigación en ALC

Desafíos futuros	Comentarios
1) Demanda por nuevos y múltiples productos de I&D, en un marco Institucional de recursos escasos.	<p>Mayor productividad y competitividad por la vía de tecnología, y logro de mayor valor agregado en las cadenas agroalimentarias.</p> <p>Tecnología agrícola compatible con una mayor inclusión social de la misma, con impactos positivos en la sostenibilidad ambiental.</p> <p>Necesidad creciente de incorporar en el diseño de I&D características culturales de poblaciones diversas, frente a una mayor apertura comercial a futuro.</p>
2) Rápido avance de frontera científica y tecnológica en el mundo.	Completar y/ promover un plan eficiente de reformas institucionales en el complejo Investigación, extensión y asistencia técnica pública y privada, para confrontar este desafío, con una perspectiva nacional y regional - Global
3) Financiamiento	Diversificar portafolio, adecuando recursos públicos al grado de desarrollo y promoviendo estímulos suficientes al sector privado , para invertir en I&D
4) Incertidumbres y riesgos prioritarios	<p>Política científica y tecnológica: Debilidades crecientes frente a otros Continentes, impactos previsibles en un desarrollo agrícola más desigual en la región</p> <p>Cambio climático: Impactos previsibles en la agricultura y aceleración de procesos de obsolescencia tecnológica, mayor demanda por tecnologías y nuevos conocimientos de reemplazo, mayor incidencia de plagas, malezas y enfermedades en especies vegetales y animales.</p> <p>Mercados: Volatilidad de precios de las MP (Commodities) como resultado de la especulación financiera, mayor competencia por nuevos mercados.</p>

4.2.1. Demanda por múltiples productos.

Quizás uno de los desafíos más apremiantes que deberá afrontar el sistema de investigación de ALC es el de afrontar, con recursos limitados, demandas diversas de la sociedad como es la producción de alimentos de forma competitiva social, cultural y ambientalmente sostenible.

Sostenibilidad ambiental

El aumento en producción, productividad y competitividad de la agricultura en ALC ha sido acompañado de cambios en el acervo de recursos naturales, particularmente en cuanto a calidad del suelo, calidad y cantidad de agua y reducción de áreas de bosques, además de crecientes impactos negativos en el ambiente y particularmente en el clima (temperatura, precipitación y/o déficit hídrico). Las causas de la pérdida de recursos y calidad ambiental son variadas y complejas,

involucrando efectos externos negativos generados a nivel de finca, localidad, nación, región y mundo. Para que estos efectos externos se puedan producir debe existir un entorno económico, político e institucional que lo permita. Como parte de un modelo de desarrollo en evolución, el sistema de investigación tiene un papel importante que jugar para al menos mitigar estos efectos negativos.

Tierra agrícola. La evolución de la frontera agrícola y consecuente deforestación responde en gran parte a factores económicos, en particular cambios en precios relativos de la tierra, que hacen cierto uso del suelo más beneficioso que otro. En este contexto es la política económica e institucional la que puede hacer más que la tecnología para cambiar las decisiones futuras sobre uso de la tierra. Por el contrario, el aumento de la productividad y competitividad de la tierra ya cultivada, desacelera el proceso de expansión de la frontera agropecuaria.

Suelo. Un problema para ALC más relacionado con la tecnología es la degradación del suelo agrícola. La superficie agrícola con suelos degradados alcanzaba a finales del siglo pasado las 300 millones de has y la causa principal era la erosión (IAASTD 2009). El sistema de investigación de ALC ha tenido éxitos en el desarrollar tecnologías que conservan el suelo, preservándolo de la erosión, y muchas de ellas han sido exitosamente adoptadas por los agricultores. La labranza cero, el uso de rastrojos, la inserción de leguminosas en el sistema de rotación, la siembra en contorno, en terrazas de diferentes tipos y otras se cuentan entre ellas. Desafortunadamente, su difusión masiva es muchas veces limitada por las condiciones económicas que caracterizan los sistemas agropecuarios en donde se encuentran estas áreas degradadas. El sistema de investigación debe concentrar sus esfuerzos en la búsqueda de alternativas tecnológicas tipo “win-win” es decir que aumenten la productividad en el corto plazo y conserven/restauren al mismo tiempo el suelo en el largo plazo. La política debe facilitar el acceso a este tipo de tecnologías a los pequeños productores.

Contaminación del suelo y del agua. La existencia de una fuerte industria de insumos químicos y biológicos (fertilizantes, y pesticidas..) con una regulación insuficiente y también en oportunidades con comportamientos poco éticos, la falta de conocimientos por parte de la mayoría de productores agropecuarios, y la ausencia de una regulación apropiada, fueron y son condiciones suficientes para la generación de externalidades negativas asociadas a la contaminación de suelos, cuencas, y otras fuentes de agua, por mal uso de estos insumos por los agentes participantes (productores y agroindustrias). Sin embargo, en algunos casos los sistemas de investigación han generado en los últimos años agroquímicos menos contaminantes, incluso a través del uso de la agroecología, insumos (fertilizantes y pesticidas) biológicos que cada vez se encuentran más en forma comercial. El mayor éxito que ha tenido el sistema de investigación muchas veces con la participación de importantes ONGs es la producción orgánica, siendo el café el producto más reconocido en este campo. La difusión masiva de este tipo de tecnologías se encuentra limitada por la relación de precios (debe haber un *Premium* por el producto orgánico) y la certificación, que genere confianza en los consumidores finales.

Sostenibilidad social y cultural

Según estimaciones del Banco Mundial, como consecuencia de la actual crisis económica mundial, en ALC no solo se perderán las oportunidades de reducir el número de pobres, sino que además este número se incrementará, dando como resultado que alrededor de 12 millones de habitantes que podrían haber estado por arriba de la línea de la pobreza, habrán perdido esta oportunidad. Aunque ALC es considerada, con algunas excepciones, como una región mayoritariamente urbana, también es cierto que la mayor parte de la pobreza extrema es rural en la región. Aunque la tecnología agropecuaria por sí misma no es quizás el mejor camino para salir de la pobreza a nivel rural, es bien

reconocido que la generación y difusión de tecnologías apropiadas a las condiciones de los agricultores pobres puede contribuir de forma significativa a la su reducción (Thirtle *et al.*, 2003). En este sentido quizás el mayor desafío para el sistema es evitar que la tecnología contribuya a ampliar la ya existente brecha entre ricos y pobres (Pardey *et al.*, 2006). En efecto, si la nueva tecnología no alcanza a los grupos de pequeños agricultores, la desigualdad existente en la región puede empeorar.

Otro gran desafío al que puede contribuir el sistema de investigación es el de romper el círculo vicioso entre pobreza y desnutrición, principalmente al nivel infantil. De la mano de la política pública para su difusión y distribución a los grupos más vulnerables, el sistema ha generado en asociación con los organismos internacionales nuevas variedades de maíz y arroz con mejor calidad nutritiva que las variedades tradicionales, contribuyendo así a una mejor nutrición en el seno de la familia campesina.

El sistema no ha alcanzado a todos los grupos de la población de ALC. Cuando se consideran factores culturales, como lo es la población indígena, el problema se agrava, ya que por diferentes visiones del mundo y por el acervo histórico - cultural existente, las tecnologías producidas por el sistema de investigación no siempre son consideradas como apropiadas por los productores indígenas. Esto es más importante en aquellos países con mayor cantidad de etnias. Casi el 80% de la población indígena de América se concentra en cinco países; de ellos México y Perú engloban más del 50%, Bolivia, Guatemala y Ecuador completan 30%, el restante 12% se distribuye entre los demás países de la región.

Un tema preocupante de forma indirecta para el sistema de investigación es el aumento en los precios de los alimentos, ya que de continuar la tendencia puede afectar de forma significativa la seguridad alimentaria de los estratos más pobres de los consumidores tanto rurales como urbanos, aunque en la mayoría de los países de LAC estos últimos son más importantes tanto en número como en afectación o cobertura de políticas. Como consecuencia, ya se han producido algunos disturbios sociales en países como México, Perú, Haití, y Bolivia.

4.2.2. Liberalización del comercio y nuevos desarrollos tecnológicos

La mayor apertura comercial pondrá presión sobre la generación de innovaciones que promuevan una mayor competitividad, con la consiguiente calidad y estabilidad de la oferta. Esta demanda se relaciona con el desarrollo y adaptación – incorporación de nuevas tecnologías, relacionadas p.e. con la agricultura de precisión mediante el uso de sistemas de posicionamiento global por satélite y el correspondiente diseño de equipos inteligentes , (ver PROCISUR 2006 “Agricultura de precisión”), el desarrollo de tecnologías de información y comunicaciones con aplicaciones nivel de finca y agricultor, el desarrollo de sistemas de trazabilidad, las futuras aplicaciones tecnológicas del concepto de “huella ecológica” y sus implicaciones en el comercio Internacional, el desarrollo de nuevas tecnologías de administración y gerencia de negocios , y la paralela demanda por importantes innovaciones institucionales y de políticas y por mayores inversiones en I&D, como una forma de llegar en forma más segura a contrarrestar las amenazas , y aprovechar las oportunidades relacionadas.

4.2.3. Rápido avance de la biotecnología

La ciencia y la tecnología evolucionan rápidamente en el campo de la biotecnología, lo cual sin duda podrá impactar favorablemente no solo los actuales niveles de producción, sin también reducir de una manera significativa los costos de producción. Sus impactos en la nutrición y en la salud podrán ser significativos, como también sus beneficios para la llamada agricultura familiar de numerosos

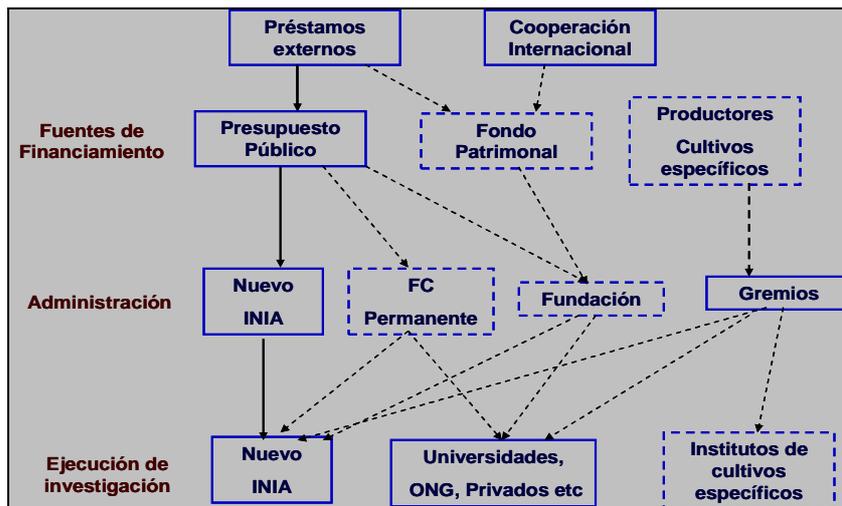
países de la región, y no solo para el sector comercial agrícola. Para ello deberá ser intensificado un desarrollo paralelo de las capacidades regionales, con el fin de hacer posible la presencia de eventos biotecnológicos propios de ALC, con un desarrollo paralelo de la industria de transformación.

Esta nueva ciencia tiene la característica de ser intensiva en conocimiento, por lo que su generación requiere de una alta capacidad humana, de equipamiento especializado, de normativas apropiadas y actualizadas, y del fortalecimiento paralelo de estructuras institucionales y financieras, ágiles y estables. Estas características presentan sin duda un gran desafío para la institucionalidad de la mayoría de los sistemas de investigación de la región, los cuales deberían incrementar de forma significativa sus capacidades actuales.

4.2.4. *Financiamiento*

El nivel como la estructura de financiamiento son desafíos cruciales para los sistemas de investigación en ALC. En la Figura 1 los rectángulos con líneas enteras representan las estructuras actualmente presentes en la mayoría de los sistemas actuales de investigación. Las líneas punteadas por su parte son aquellas estructuras incipientes, que han mostrado ser exitosas en los casos ensayados y que dependiendo del tipo de sistema de innovación presente debería ser incorporado en el sistema.

Figura 1. Esquema para el financiamiento, administración y ejecución de la investigación agropecuaria



4.2.5. *Incertidumbres*

Los sistemas de investigación agropecuaria de ALC deberán prepararse para enfrentar varios eventos inciertos. Para este trabajo se han señalado dos de ellos que son importantes y muy probables de que ocurran en el mediano plazo: el impacto del cambio climático sobre la agricultura y la productividad, y el impacto de potenciales epidemias pandémicas sobre las especies animales y sus industrias relacionadas.

El impacto del cambio climático

De acuerdo con las proyecciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) las temperaturas aumentarán de forma importante no solo en valores absolutos sino también relativos. La precipitación será también afectada, aunque en menores términos relativos (Tabla 20).

Tabla 20. Cambios proyectados en promedios anuales de temperatura y precipitación para países en América Latina y el Caribe

País/Región	Cambios en Temperatura (2070 -99) - (1961-90)		Cambios en Precipitación (2070 -99) - (1961-90)	
	(°C)	%	(mm/día)	%
Argentina	3.24	22	0.03	2
Brasil: Amazonas	4.34	17	-0.13	-2
Brasil: Noreste	3.88	15	-0.06	-2
Brasil: Sur	3.86	18	0.17	4
Chile	2.9	32	-0.09	-6
Colombia	3.5	14	0.19	3
Ecuador	3.21	14	0.49	9
Perú	3.82	20	0.2	5
Venezuela	6.73	30	-0.02	0
Centroamérica	3.53	15	-0.33	-5
México	4.05	20	-0.25	-12
Cuba	2.94	12	-0.07	-2

Fuente: elaborado con base en IAASTD 2009.

Aunque los efectos del cambio climático sobre la productividad agrícola a nivel de país se reflejaran en el mediano y largo plazo, es importante que los sistemas de investigación comiencen a ajustar desde ahora las estrategias para prevenir los efectos negativos. La tabla 21 presenta las estimaciones del impacto del cambio climático sobre la productividad agropecuaria en algunos países de ALC, de acuerdo a dos modelos (de Cosecha y Ricardiano) y a un promedio ponderado de ambos modelos con y sin fertilización carbónica (FC)⁴. El estudio encontró que en general para el 2080 la pérdida en productividad podría llegar a superar en algunos países el 30% sin la fertilización carbónica (FC) y al 25% con los beneficios de esta.

Tabla 21 . Estimaciones del impacto del cambio climático sobre la productividad agropecuaria en el 2080

País	Modelo		Promedio ponderado	
	Ricardiano	Cosecha	Sin FC	Con FC
Argentina	-4%	-18%	- 11%,	2%
Brasil	-5%	-29%	- 17%,	-4%
México	-36%	-35%	- 35%,	-26%
Colombia	-17%	-29%	-23%,	-12%
Chile	-22%	-26%	-24%,	-13%
Ecuador	-27%	-31%	-28%,	-12%
Perú	-39%	-26%	-30%,	-20%
Venezuela	-38%	-26%	-32%,	-22%

Fuente: Cline 2007 con base en un estudio del Banco Mundial

De acuerdo a las estimaciones provenientes de especialistas, se puede esperar que en los próximos 10 años, la producción de alimentos en ALC crezca a una tasa suficiente como para compensar la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo, la caída en productividad provocada por el impacto del cambio climático podría afectar estas previsiones sobre la capacidad de ALC para

⁴ El modelo de cosechas, relaciona la producción agrícola con la calidad del suelo, clima y uso de fertilizantes, mientras que el modelo Ricardiano relaciona la productividad con el precio de la tierra y el clima.

incrementar significativamente la producción de alimentos en el futuro. El impacto sin embargo no será igual para todos. En el corto y mediano plazo, los impactos en la agricultura serán mayores para los países menos desarrollados, en donde la agricultura juega un papel importante en la formación del producto bruto total y donde la mayor parte de la oferta agropecuaria es provista por pequeños agricultores pobres, que desarrollan sus actividades en condiciones precarias y de alto riesgo sobre su seguridad alimentaria. Por lo anterior, los países tropicales y subtropicales serán más afectados por los efectos negativos del cambio climático que aquellos países de clima templados, aunque esto no signifique que no habrá impacto negativos en la agricultura de estos países. Los países de climas templados como Argentina y Chile podrían inclusive expandir su frontera agrícola hacia el sur al subir las temperaturas medias. Los cambios en los flujos comerciales provocados por estos cambios requerirán de ajustes importantes en el comercio inter e interregional. Es decir que, aunque en general todos los países estarán peor, algunos estarán menos peor que otros.

Adicionalmente, el cambio climático influirá sobre una mayor tasa de obsolescencia de la tecnología en uso, y por consiguiente incrementará la demanda por mayor inversión financiera para investigación y formación de nuevos investigadores, sin descuidar lo que ya se está haciendo.

Riesgos Epidemiológicos

Un estudio reciente muestra claramente que la aparición de un brote de influenza aviar en cualquier país del continente es altamente posible en el corto plazo y que en caso de que se produzca un ataque pandémico su impacto económico sobre la industria aviar sería muy serio particularmente en países productores/exportadores como el caso del Brasil (Nin Pratt y Falconi 2006). Otra amenaza que ya ha tenido consecuencias negativas en términos de la caída del consumo y los precios es la influenza porcina. La coordinación de esfuerzos entre países es de fundamental importancia para la prevención y el control de las enfermedades transfronterizas. Las redes regionales pueden contribuir a disminuir de forma sustancial los altos costos de organización que tiene este tipo de esfuerzos.

5. Los desafíos para la institucionalidad y la política frente a los nuevos escenarios

Usando las tendencias de variables claves (impulsores) para el ensamble de escenarios plausibles que los diferentes sistemas de innovación pueden enfrentar en un futuro cercano, este Capítulo analiza los grandes desafíos institucionales y de política que cada tipo de sistema deberá enfrentar para satisfacer la demanda de sus clientes.

5.1. Tendencias de los principales impulsores

La Tabla 22 resume las tendencias de algunos de los principales impulsores económicos que afectarían a la agricultura de ALC en los próximos 9 a 10 años y por consiguiente a las demandas sobre los sistemas de Innovación y desarrollo tecnológico. Estas proyecciones, realizadas por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, descansan en una serie de suposiciones sobre el crecimiento económico y de la población tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (USDA 2009). Entre los más significativos se deben mencionar una recuperación de la economía mundial y de ALC a partir del 2010, con tasas anuales de crecimiento de alrededor del 5% y 4% respectivamente para el periodo 2010 -18 y una tasa de crecimiento de la población de los países en vías de desarrollo por arriba del promedio mundial (1.1%).

Tabla 22. Algunas proyecciones de los principales impulsores hasta el año 2018

Impulsores	Proyección hasta el 2018
Demanda	<p>Alimentos. Como consecuencia del crecimiento económico y de la población, los países en desarrollo empujaran fuertemente hacia arriba la demanda por alimentos, particularmente carnes, leche y derivados, frutas vegetales y alimentos procesados.</p> <p>Carnes. El incremento en la demanda futura por carnes, leche y derivados favorecerá a países productores de CA (Nicaragua especialmente), y del Cono Sur (Uruguay, Brasil y eventualmente Argentina)</p> <p>Maíz. El incremento de la demanda por carne impulsará la demanda por granos, especialmente maíz, para la producción de concentrados. Aunado a los bajos inventarios actuales, este incremento pone presión sobre los precios hacia el alza. Ganadores: Argentina, Brasil. Perdedores: México (gran importador).</p> <p>Frutas y Vegetales. La recuperación económica particularmente en Estados Unidos y la Unión Europea impulsará la producción en los países de CA, Chile en el Cono Sur, y de la zona Andina, Ecuador y Colombia principalmente.</p> <p>Aceites Vegetales. Impulsada por el doble uso como alimento y biocombustibles, la demanda por aceites vegetales se incrementará significativamente durante todo el periodo. Ganadores, los países productores de aceite de soja (de regiones templadas/subtropicales) y de aceite de palma (tropicales).</p> <p>Biocombustibles. La demanda por biocombustibles se incrementará de forma significativa en la Unión Europea y en los Estados Unidos. En consecuencia, la producción de biocombustibles se incrementará de forma significativa tanto en la Unión Europea, como en Brasil, Argentina y Canadá.</p>
Precios	<p>Alimentos. El incremento en la demanda por alimentos y biocombustibles hace prever que los precios de los “commodities” mantengan una gradual tendencia al alza, en particular aquellos que son usados para doble propósito, en especial maíz, oleaginosas y sus derivados (aceites y tortas).</p> <p>Carnes. Los altos precios de los granos y aceites incrementarán el costo de las raciones alimenticias, por lo que este aumento se verá reflejado en los precios finales de la carne.</p> <p>Petróleo. Los precios del petróleo rebotaran hacia arriba a medida que la economía mundial se recupere (2010 en adelante). Preliminarmente se estima que el precio oscilaría alrededor de los 100 \$ por barril durante el periodo considerado.</p> <p>Relación Alimento/Energía. Desde mediados del 99 hasta marzo del 2008, los precios de los alimentos subieron en casi 100%, las materias primas un 286% y el precio del crudo subió en 547%. Como consecuencia de ello, la relación de precios entre alimentos y energía alcanza nuevos niveles durante esta última década. Así por ejemplo, mientras que en los 70 se necesitaban entre 40 y 50 Kg. de trigo para comprar 1 barril de petróleo, para el periodo 2005 -08 se necesitaron alrededor de los 350 Kg. Esta relación es bastante delicada, ya que la suba de los precios de los alimentos implica una mayor presión económica y social sobre los consumidores pobres de ALC, principalmente consumidores pobres urbanos, al tiempo que redirige recursos de la producción de alimentos a la producción de energía. Ambos factores influyen eventualmente la demanda por innovaciones.</p>

Fuente: USDA 2009

5.1.1. Escenarios más probables para la oferta agroalimentaria futura de la región, de acuerdo a las tendencias analizadas

Dada la gran heterogeneidad de recursos y condiciones para el desarrollo de la agricultura en los países en ALC y de acuerdo a reciente trabajo preparado por el IICA (Ardila 2009) al menos tres grandes escenarios pueden presentarse a futuro, desde la doble perspectiva de seguridad alimentaria y de participación de ALC en la oferta agroalimentaria mundial.

1) Escenario Optimista o “Convencional - Productivista”, que trabaja sobre proyecciones relativamente confiables en base a lo que ha ocurrido, y los cambios observados en la región. Se alimenta de los resultados de la comunidad científica y tecnológica, en especial de las proyecciones del CGIAR y organismos especializados, y de sus contrapartes INIAs en la mayoría de los países. De acuerdo al mismo, la producción de alimentos será suficiente para alimentar a la población futura en las próximas décadas, en base a la tecnología desarrollada y los avances previstos en la misma y a la relativamente abundante disponibilidad de tierra agrícola, aunque supone la necesidad de algunas reformas, en especial en los campos Institucional y financiero.

2) Escenario pesimista, o “Diferencial-regresivo, según el cual, y para cierto número de países, dados sus recursos y condiciones socioeconómicas, podría presentarse una significativa reducción en el potencial productivo futuro. La creciente degradación de los suelos, el impacto previsible del cambio climático y un crecimiento insuficiente de la productividad agrícola, en algunos casos cercano a un “estancamiento tecnológico” , podrían llevar incluso a la declaratoria de crisis alimentaria en algunos países, como ya ha sucedido parcialmente en la región, y continúa sucediendo (i.e. Haití y Guatemala). .

3) Escenario “Condicional-positivo”, según el cual el potencial agrícola en la región podría ser mejorado para un buen número de países, sujeto a reformas sustantivas de políticas, financiamiento, reglamentación sobre el uso de RR. NN y reformas institucionales, todo ello necesario para confrontar los nuevos retos, reformas no contempladas, o contempladas en forma insuficiente en el escenario convencional productivista.

Según el tipo de países de que se trate, los tres escenarios se podrán presentar con alguna probabilidad en los próximos años, y sobre esto ya contamos con ejemplos en la región, repitiendo el desigual camino ya recorrido en las últimas décadas, lo que podrá significar un desarrollo agrícola futuro con brechas crecientes entre países. En consecuencia , es probable que para unos cuantos países, de mayor desarrollo relativo en la región ,(i.e. Brasil, Argentina) su contribución a la oferta agroalimentaria regional y mundial sea significativa, mientras que en el otro extremo, y dada la imposibilidad histórica ya registrada de acometer reformas sustantivas tanto en políticas como en Instituciones de I&D agrícola, bien podrían acomodarse en el escenario pesimista o regresivo, y para los demás, que puedan adelantar reformas significativas que se requieren, podrían entrar a formar parte del escenario positivo.

5.1.2. Escenarios más probables de acuerdo a perspectiva agroecológica regional

Como ya se ha mencionado, una de las razones fundamentales para la heterogeneidad en la agricultura Latinoamericana y del Caribe es la relacionada con el clima y las condiciones agroecológicas en general. Desde esta perspectiva, en ALC contamos con dos grandes regiones agroecológicas como ya ha sido indicado, a saber aquella que abarca países de la zona templada y subtropical, especialmente en el Cono Sur y México , y la región propiamente tropical (entre los trópicos de Cáncer y Capricornio). Además de la influencia que esta situación tiene sobre el potencial agrosilvopastoril y por consiguiente sobre estructuras productivas con elevado grado de diferenciación, la zona templada presenta un mayor desarrollo, producto no solo de la abundancia

relativa de RR.NN, sino también por una mayor fortaleza Institucional en cuanto a Investigación se refiere, y por *una mayor facilidad de acceder a tecnologías desarrolladas en países de la zona Norte templada (Europa, Estados Unidos y Canadá)*, que representan a naciones con mayor desarrollo tecnológico y económico.

El trópico, por el contrario, tiene hasta hoy menores opciones para aprovechar los desbordamientos tecnológicos del Norte desarrollado, y *para muchos de sus problemas la solución debe ser desarrollada in situ*. Por lo demás, los países tropicales, con muy contadas excepciones, presentan estructuras institucionales de I&D más débiles y generalmente sub financiadas. Para estos países la agenda de relacionamiento con el trópico no americano asiático, Mediterráneo Sur, de Oceanía y el Continente Africano, en general está por desarrollar, y se prevé que puede ser muy exitosa, por los escasos ejemplos existentes históricamente, en cultivos como la palma africana, cacao, cocotero y algunas frutas tropicales, entre otros. En estas regiones tropicales no americanas, las inversiones para Investigación agrícola y por consiguiente los resultados están creciendo a una de las mayores tasas que hoy registra el mundo, lo que también significa oportunidades para el trópico Americano.

En este escenario es previsible que la región templada- subtropical del Continente, liderada por Brasil, Argentina y México principalmente, continuará su vertiginoso crecimiento agrícola especialmente en los complejos granífero, aceitero, frutas de clima templado y cárnicos, convirtiéndose muy probablemente en un significativo aportante a la oferta mundial de alimentos, sino el mayor, como ya comienza a observarse en algunas estadísticas .

La región tropical podrá hacer también contribuciones importantes a futuro en campos como raíces y tubérculos, café, cacao, caña de azúcar y sus derivados, palma aceitera, arroz, ganadería y especies menores, frutas tropicales (banano, piña....) y potencialmente en numerosos productos aún sub - explotados, con demanda creciente a nivel Internacional. Esto sin embargo solo podría ocurrir después de una etapa de profundas reformas institucionales y de acuerdos sostenibles a mediano y largo plazo para un crecimiento significativo de las correspondientes inversiones en infraestructura y formación de investigadores. Dado el tiempo requerido para cosechar los frutos de estos cambios, los resultados de mayor impacto no podrían esperarse antes de 10 a 15 en la mayoría de las opciones nuevas que sean consideradas.

Por lo demás, esta región tropical alberga numerosos países con tierras agrícolas insuficientes como para convertirse en exportadores agrícolas importantes, especialmente los países más pequeños de la Cuenca del Caribe, para los cuales el objetivo básico en agricultura debería ser el logro de mayores niveles de autoabastecimiento.

5.1.3. *Desafíos para la institucionalidad y las políticas de I&D para el desarrollo agrícola*

Consideraciones generales

Los desafíos en cuanto a Institucionalidad y políticas para el desarrollo agrícola desde la perspectiva de Innovación y el desarrollo tecnológico comienzan por la propia visión que cada país puede tener sobre el papel de su agricultura en el desarrollo Nacional.

Además, la visión regional e Internacional siempre deberá ser incorporada en los análisis y preparación de alternativas , por cuanto la autarquía tecnológica absoluta no existe, de manera tal que el desarrollo de capacidades para el aprovechamiento de los desbordamientos tecnológicos externos, siempre deberá ser una importante consideración.

En general, tres condiciones macro deberán guiar esas propuestas de desarrollo agrícola al nivel nacional, a saber el *logro de mayores productividades* por unidad de recurso utilizado, la *conservación de los recursos naturales y el medio ambiente*, y la posibilidad de que este *desarrollo agrícola pueda ser socialmente incluyente*, en la búsqueda de mayores niveles de bienestar social. Ya desde la perspectiva meramente económica las agendas a desarrollar, como ya ocurre en numerosos países, deberán enfocarse en las áreas donde estén las ventajas competitivas de la institución dentro del sistema de innovación y concentrar recursos sobre ellos.

Dada la existencia de una gran heterogeneidad de condiciones para el desarrollo agrícola en la región, es necesario también considerar la participación de múltiples actores, tanto de carácter público como los INIAS, carácter privado y de organizaciones sin ánimo de lucro. Particularmente la participación del sector privado acusa un retraso considerable en promedio en la región, aún en aquellos países que muestran mayores niveles de desarrollo agrícola, como ha sido indicado anteriormente.

Cinco requisitos indispensables en la búsqueda de éxito en la reforma institucional, con énfasis en las Instituciones públicas se presentan a continuación. Estos corresponden a lecciones aprendidas en el devenir Institucional.

1) Marcos adecuados de política institucional. Es necesario desarrollar marcos de política institucional apropiados para el desarrollo y mantenimiento de las estructuras del sistema de investigación y desarrollo de tecnologías, que tengan en cuenta la diversidad existente en cada región y país, y que además incorporen o adapten marcos regulatorios suficientes para el fomento de la inversión privada y para el desarrollo de emprendimientos conjuntos entre el sector público y privado nacional e Internacional.

2) Financiamiento suficiente. Se debe incrementar el nivel y las fuentes de financiamiento de la investigación agropecuaria y agroindustrial a mediano y largo plazo, en forma gradual y sostenible. Dadas las condiciones actuales de recursos en el Sistema de I&D, por comparación con lo que ocurre en otros continentes, la región debería al menos duplicar esta inversión en los próximos 5 años. Valiosas alternativas existen para ello, en base a la experiencia ganada por varios países.

3) Desarrollo continuo de capacidades de I&D. El desarrollo de estas capacidades es de fundamental importancia para la salud y sostenimiento a mediano y largo plazo de los Sistemas de Innovación y desarrollo tecnológico. Aquí es también importante tener en cuenta que el desarrollo de capacidades debe responder a las necesidades y estrategias propias de cada país, capacidades tanto para generar o adaptar desbordes tecnológicos y de conocimiento, como también para que la tecnología sea apropiada socialmente en forma suficiente. La generación y/o adaptación y apropiación de las tecnologías de segunda generación probablemente será más factible en países es que hoy presentan un fuerte componente de capital humano y un sector privado más desarrollado y capitalizado. Los países en otros grupos deben adaptar su capacidad humana e institucional para aprovechar los desbordes tecnológicos y de conocimiento ya disponibles. Sin duda, **Las Universidades** podrán jugar un papel muy importante en este último aspecto.

4) Captación de desbordes tecnológicos y de conocimiento. Relacionado con el punto anterior, las estrategias para fomentar la capacidad de apropiar desbordes tecnológicos, (incluye adaptación,

copia e imitación y nuevas formas de vinculación con sistemas tecnológicos de avanzada), deben pasar necesariamente por la vinculación del país con las redes regionales y en general con la comunidad internacional de I&D. En la actualidad, los países, salvo contadas excepciones, no prestan la atención suficiente al tema de las redes regionales, que acusan un importante nivel de subinversión. Sin embargo estas redes serán cada vez más importantes a medida que la tecnología se vuelva más y más intensiva en conocimiento y capital, y también porque la región presenta amplias subregiones más allá de las fronteras nacionales, para las cuales existen condiciones similares tanto desde la perspectiva agroecológica, como desde la perspectiva económica y social, y no solo en el continente Americano, sino más allá, como ha sido explicado (véase FONTAGRO, megadominios agroecológicos). En este sentido el IICA, los PROCIs, y los fondos competitivos regionales como el FONTAGRO serán importantes en una estrategia de maximizar los desbordamientos tecnológicos hacia los países más débiles así como para fomentar la capacidad de aprovechar estos desbordamientos (bajar los costos de aprovechamiento).

5) Modernización – reestructuración – reingeniería de las organizaciones públicas de Investigación y desarrollo tecnológico. El nivel de desarrollo institucional y de capacidades de generación y adaptación en la región es bastante diverso. Como ya fue anotado, este desarrollo es mayor en los países de la región Sur, si bien existen algunos ejemplos exitosos en otras regiones del Continente, de carácter tanto público como privado.

6. Referencias

1. Acquaye, A. K. A., D. Byerlee, M. A. McMahon, H. Roseboom, G. E. Sain, G. Traxler, and J. Woelcke. 2004. Productivity and innovation in the Latin America Agricultural Sector. Flagship Study Background Paper. The World Bank. Washington D.C.
2. Alarcón, E. 2001. Fortalecimiento de la Cooperación en Investigación Agropecuaria en las Américas y el papel del FORAGRO. En: COMUNIICA. Año 5, No 16. IICA. San José, Costa Rica.
3. Alfranca O. y W. Huffman, 2002. Private R&D investment in Agriculture. The role of incentives and institutions. Presentado en la Conferencia: "Impacts of agricultural research and development. Why Has Impact Assessment Research Not Made More of a Difference? San José, Costa Rica 4 -7 Febrero.
4. Allegri Mario. 2002. Partnership of Producer and Government Financing to Reform Agricultural Research in Uruguay. En Byerlee, D., and R. Echeverria (eds.) Agricultural Research Policy in an Era of privatization. CABI Publishing New York.
5. Ardila, V, Jorge. 2005. Cambio institucional en investigación agropecuaria: Factores conducentes al éxito de las reformas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica.
6. Ardila, V, Jorge. 2009. Oferta de alimentos en el contexto actual: tendencias y desafíos para América Latina y el Caribe", Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica..
7. Banco Mundial. 2007. La Innovación institucional en los sistemas de investigación y extensión agrícolas en América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Unidad de Agricultura y Desarrollo Rural. Washington DC
8. Arnade, C.A. 1998. "Using a Programming Approach to Measure International Agricultural Efficiency and Productivity." *Journal of Agricultural Economics* Vol. 49, No. 1 (Winter 1998): 67-84

9. Beintema, N. y P. Pardey. 1998. Recent Developments in the Conduct of Latin American Agricultural Research. IFPRI and ISNAR.
10. Cline, W. 2007. *Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country*. Washington: Center for Global Development y Peterson Institute for International Economics."
11. Echeverria, R. G., E. Trigo y D. Byerlee. 1996. Institutional Change and Effective Financing of Agricultural Research in Latin America. World Bank Technical Paper No. 330, Washington, D.C., July 1996.
12. Hartwich, F. y J. Tola. 2007. Public-private partnerships for agricultural innovation: concept and experiences from 124 cases in Latin America. *Int. J. Agricultural Resources Governance and Ecology*. Vol. 6, No. 2.
13. IAASTD. 2009. Evaluación Internacional del conocimiento, ciencia y tecnología en el desarrollo agrícola. Vol. III. América Latina y el Caribe. Island Press. Washington D.C.
14. IICA. 2008. Indicadores Socioeconómicos y Sectoriales: Agricultura y Seguridad Alimentaria. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Año 4/II Etapa. San José, Costa Rica
15. Johnston M. y T. Holloway. 2006. A Global Comparison of National Biodiesel Production Potentials. Center for Sustainability and the Global Environment. University of Wisconsin—Madison. Submitted to Environmental Science & Technology, October.
16. Nin Pratt A.; Falconi, C. 2006. Análisis económico del impacto de la influenza aviar en el sector avícola de América Latina. Washington, D.C., Banco Interamericano de Desarrollo. Borrador.
17. Nin, A. C. Arndt, P.V. Preckel. "Is agricultural productivity in developing countries really shrinking? New evidence using a modified nonparametric approach." *Journal of Development Economics* 71 (2003) 395– 415
18. Palmieri V., E. Alarcón, y D. Rodríguez. 2009. Situación y desempeño de la agricultura en ALC desde la perspectiva tecnológica. Informa 2008. IICA. San José, Costa Rica 48p.
19. Pardey P. G., N. Beintema, S Dehmer, y S. Wood. 2006. Agricultural Research. A Growing Global Divide? International Food Policy Research Institute. Washington D.C. Agosto.
20. Piñeiro, M. 2004. El Sector Público y la Innovación Tecnológica en el Sector Agropecuario. Manuscrito preparado para la Reunión Ministerial. IICA-USDA, San José, Costa Rica 10 -11 Mayo 17p.
21. Procisur, E. Ruz 2006. Agricultura de precisión: Integrando conocimientos para una agricultura moderna y sustentable.,
22. Thirtle, C, L. Nin y J Piesse. 2003. The impact of research-led agricultural productivity growth on poverty reduction in Africa, Asia and Latin America. *World Development* Vol. 31, No. 12 pp 1959-1975.
23. Traxler G. 2008. Agricultural Biotechnology in the Americas: Economic Benefits, Capacity, Risks, Opportunities, and Policy Options. Preparado para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA). Mimeografiado.
24. Trostle R. 2008. Global Agricultural Supply and Demand: Factors Contributing to the Recent Increase in Food Commodity Prices. USDA WRS-0801 (revisado Julio 08)
25. Stads, Gert-Jan and Nienke M. Beintema. 2009. Public Agricultural Research in Latin America and the Caribbean. Investment and Capacity Trends. ASTI Synthesis Report. ASTI – IFPRI - IDB. March. Washington D.C.
26. Trueblood, A.M. "An Intercountry Comparison of Agricultural Efficiency and Productivity." unpublished PhD dissertation, University of Minnesota, Minneapolis, August 1996.
27. World Bank. 2008. World development indicators 2008. Washington, D.C.