

## CAPÍTULO 3

### CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA AGRÍCOLAS EN ALC: ESCENARIOS PLAUSIBLES PARA DESARROLLO SOSTENIBLE

*Autores coordinadores:* Héctor D. Ginzo (Argentina), Susana M. Valle Lima (Brasil)

*Autores principales:* Antonio María Gómez de Castro (Brasil), Roberto Saldaña (México), Falguni Guharay (Nicaragua), Salisha Bellamy (Trinidad-y-Tobago)

*Revisor editor:* Javier Souza Casadinho (Argentina)

*Autores Contribuyentes:* Alexandre Nunes Cardoso (Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria)

#### INDICE

<b>Mensajes Claves.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 Objetivos del Capítulo.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2 Marco Conceptual.....</b>	<b>7</b>
<b>3.3 Metodología.....</b>	<b>9</b>
<b>3.4 Escenarios: CCTA y Desarrollo Sostenible en ALC en el Futuro (2007-2030).....</b>	<b>11</b>
<b>3.4.1 Sinfonía global</b>	
3.4.1.1 2007-2015	
3.4.1.1.2 <i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.1.1.3 <i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.1.1.4 <i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
3.4.1.2 Período: 2016-2030	
3.4.1.2.1 <i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.1.2.2 <i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.1.2.3 <i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.1.2.4 <i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
<b>3.4.2 Orden impuesto</b>	
3.4.2.1 Período: 2007-2015	
3.4.2.1.1 <i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.2.1.2 <i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.2.1.3 <i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.2.1.4 <i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
3.4.2.2 Período: 2016-2030	
3.4.2.2.1 <i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.2.2.2 <i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.2.2.3 <i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.2.2.4 <i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
<b>3.4.3 La vida como ella es</b>	
3.4.3.1 Período: 2007 - 2015	
3.4.3.1.1 <i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.3.1.2 <i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.3.1.3 <i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.3.1.4 <i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
3.4.3.2 Período: 2016-2030	
3.4.3.2.1 <i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.3.2.2 <i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.3.2.3 <i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.3.2.4 <i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
<b>3.4.4 Mosaico adaptativo</b>	

3.4.4.1	Período: 2007 - 2015	
3.4.4.1.1	<i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.4.1.2	<i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.4.1.3	<i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.4.1.4	<i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
3.4.4.2	Período: 2016-2030	
3.4.4.2.1	<i>Contexto de los SCCTA y sistemas de producción agrícola</i>	
3.4.4.2.2	<i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.4.2.3	<i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.4.2.4	<i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
<b>3.4.5</b>	<b>Jardín tecnológico</b>	
3.4.5.1	Período: 2007-2015	
3.4.5.1.1	<i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.5.1.2	<i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.5.1.3	<i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.5.1.4	<i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
3.4.5.2	Período: 2016-2030	
3.4.5.2.1	<i>Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola</i>	
3.4.5.2.2	<i>Sistemas de CCTA</i>	
3.4.5.2.3	<i>Sistemas productivos agrícolas</i>	
3.4.5.2.4	<i>Resultados de las interacciones entre los sistemas</i>	
<b>3.5</b>	<b>Implicaciones de los Escenarios para Políticas de Innovación y Desarrollo.....</b>	<b>66</b>
<b>3.5.1</b>	<b><i>Sinfonía global</i></b>	
3.5.1.1	Implicaciones para políticas de innovación	
3.5.1.2	Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible	
<b>3.5.2</b>	<b><i>Orden impuesto</i></b>	
3.5.2.1	Implicaciones para políticas de innovación	
3.5.2.2	Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible	
<b>3.5.3</b>	<b><i>La Vida Como Ella Es</i></b>	
3.5.3.1	Implicaciones para políticas de innovación	
3.5.3.2	Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible	
<b>3.5.4</b>	<b><i>Mosaico Adaptativo</i></b>	
3.5.4.1	Implicaciones para políticas de innovación	
3.5.4.2	Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible	
<b>3.5.5</b>	<b><i>Jardín Tecnológico</i></b>	
3.5.5.1	Implicaciones para políticas de innovación	
3.5.5.2	Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible	

## **Mensajes claves**

**1. Por medio de la construcción de cinco escenarios Sinfonía Global (SG), Orden impuesto (OI), La Vida como Ella Es (VA), Mosaico Adaptativo (MA) y Jardín Tecnológico (JT) se describen futuros alternativos para contestar la pregunta: ¿Cómo se puede reducir el hambre y la pobreza, mejorar el sustento rural y facilitar el desarrollo justo y ambiental, social y económicamente sostenible, por medio de la generación, acceso y uso de CCTA?**

**2. Los escenarios muestran desafíos diversos que demandan ajustes complejos, para lograr desempeños exitosos de los sistemas de CCTA y de los sistemas productivos.** Los escenarios enseñan que en el mundo real de ALC no serían factibles soluciones simples tecnológicas o soluciones globales para responder a la creciente complejidad y vulnerabilidad de los sistemas.

**3. En la mayoría de los escenarios, los sistemas de CCTA tienen repercusiones sociales y ambientales favorables para el conjunto social.** La ciencia genera innovación que contribuye a mejorar la competitividad y la eficiencia productiva, la calidad de los productos en términos de inocuidad, diversidad, calidad bromatológica y valor nutritivo, para todos los grupos sociales (incluso para los grupos más vulnerables que dependen de cada escenario) y para la reducción de los impactos de las actividades agrícolas sobre el ambiente.

**4. La existencia de barreras comerciales de diferente naturaleza elevaría los costos de la actividad agrícola, amenazaría la sostenibilidad de los pequeños emprendimientos agropecuarios y generaría demandas específicas para los sistemas de CCTA.** Los escenarios presuponen barreras de distinta naturaleza que se incrementarían con el correr del tiempo y ante dificultades de diferentes orígenes –ambientales, económicas, biológicas– aun en los escenarios de mayor integración mundial y de mayor apertura económica (SG y JT). Esas barreras, que podrían conducir a la pérdida de mercados relevantes y de baja capacidad de inserción económica, aptos para productores agrícolas de pequeña escala, se eliminarían con buenas políticas y capacidad de gestión. A su vez, generarían demandas a los sistemas de CCTA para la generación de mecanismos y protocolos adecuados para el cumplimiento satisfactorio de leyes y normas internacionales, principalmente relacionadas con los sistemas productivos más vulnerables.

**5. Los escenarios presuponen cambios institucionales y de variada intensidad en la Región.** En algunos escenarios los cambios acompañarían el modelo de desarrollo actual, que manifiesta tendencias favorables hacia mayor estabilidad y consistencia entre políticas de desarrollo social, ambiental, alimentario, de innovación y de bioseguridad y mayor capacidad de gestión de esas políticas (excepto *orden impuesto*). Sin embargo, cambios institucionales profundos –por ejemplo, en los paradigmas de la propia agricultura y, en consecuencia, del sistema de CCTA, y en la ampliación del poder de diversos grupos de

intereses – serían los requisitos necesarios para la implantación e implementación exitosa del escenario *mosaico adaptativo*.

**6. Las pérdidas de productividad de los sistemas productivos en respuesta a las variaciones de los factores del contexto son diferentes en los diferentes escenarios.** La elevación de la temperatura, la manifestación de eventos climáticos extremos y el aumento de enfermedades, plagas y contaminación de alimentos son factores contextuales que repercutirán diferencialmente sobre los sistemas productivos en los diferentes escenarios. En particular, las pérdidas mayores ocurrirían en escenarios que enfatizan el intercambio comercial o los que prevén capacidades acotadas para la prevención y eliminación (o reducción) de epidemias (caso de OI).

**7. El agronegocio en ALC se diversificaría y expandiría diferencialmente, y se presentarían desafíos para los pequeños productores.** En algunos escenarios se agregarían nuevos usos a las *commodities* existentes o nuevas. En varios escenarios se desarrollaría la participación de un conjunto no muy amplio de países en mercados de productos diferenciados. Estos mercados necesitarían de una fuerte incorporación de conocimientos y de tecnología (en el caso de los productos diferenciados) o de una gran escala de producción (en el caso de las *commodities*). Los pequeños productores de ALC enfrentarían desafíos para satisfacer esos requisitos.

**8. En algunos escenarios tendrían lugar importantes avances interdisciplinarios en el conocimiento formal, especialmente en relación con tecnologías facilitadoras (biotecnología, nanotecnología) y a la ecología; en otros habría una fuerte integración entre estas tecnologías y otros conocimientos (agroecología y conocimiento tradicional).** En SG y JT se produciría la integración, por ejemplo, entre ingeniería de materiales, tecnología de alimentos y biología, sea para expandir el conocimiento básico, sea para generar nuevas tecnologías capaces de aumentar calidad, eficiencia o reducir los costos de producción. Los avances internacionales en el conocimiento científico-tecnológico, que demandarían elevados recursos, deberían ser acompañados por los sistemas de CCTA en ALC, para evitar la obsolescencia de esos conocimientos y la consecuente pérdida de relevancia para la Región. Ante la situación actual de inversiones en CCTA agrícola en ALC –que además de reducida es extremadamente heterogénea – esos cambios tecnológico-científicos representarían amenazas importantes para estos sistemas.

**9. En algunos de los escenarios (MA, JT) ocurriría una creciente valoración e integración del conocimiento tradicional.** Las barreras, plagas, enfermedades y cambio climático crearían necesidades de búsqueda de soluciones en el conocimiento local y su integración sería facilitada por cambios institucionales en esos escenarios. En los otros escenarios (SG, OI, VA) la integración de conocimiento tradicional sería solamente fortuita, en razón de intereses comerciales y de deficientes arreglos estructurales institucionales.

**10. En algunos de los escenarios (SG, OI, VA) los avances en el conocimiento formal y el desarrollo tecnológico ligado a las cadenas productivas quedaría en manos de**

**grandes corporaciones transnacionales.** Es decir, muchos países de la Región podrían perder la capacidad de generación autónoma de conocimiento, que es el factor contemporáneo de desarrollo más relevante. Los escenarios indican que la opción de utilizar el conocimiento local no es suficiente para satisfacer las demandas de alimentos, nutrición, salud, desarrollo ambiental, de un mundo cada vez más complejo. Esto representaría una grave amenaza para la Región.

**11. La actividad científica en ALC se modificaría en los escenarios, tanto en términos de actores relevantes (sector público o privado, ONG, transnacionales) como en fuentes de recursos.** En algunos escenarios como SG, OI y JT, se reduciría el papel del sector público en la generación de conocimiento y tecnología, y los actores privados adquirirían mayor protagonismo. El sector público es el que ha tenido históricamente la misión de garantizar a los grupos sociales más vulnerables capacidades similares de acceso a conocimientos y tecnología. Además, el sector privado no ha tenido esa función (aunque puede realizar acciones de responsabilidad corporativa) y las ONG difícilmente tendrían la capacidad para cumplirla. Por ello la generación de conocimiento y tecnología destinada a igualar condiciones sociales, culturales y económicas adversas no estaría garantizada en esos escenarios.

**12. Los escenarios indican que el conocimiento agrícola y la ciencia y tecnología aplicadas a la agricultura son necesarios, pero no suficientes, para ayudar a lograr los propósitos del IAASTD, a saber: la reducción del hambre y la pobreza, el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria.** Los sistemas de CCTA no son de por sí suficientes para ello, porque otros factores como la gobernanza, las instituciones legales y normativas, las normas internacionales del comercio, etc. son fundamentales y más inclusivos que la ciencia y la tecnología para concretar realmente un desarrollo sostenible, que conduzca a reducir realmente el hambre y erradicar la pobreza. Como resultado del análisis de los escenarios, se detallan en los capítulos siguientes políticas específicas para la innovación orientada hacia estos objetivos, así como políticas de desarrollo sostenible de los grupos vulnerables, complementarias a la acción de los SCCTA.

### 3.1 Objetivos del capítulo

Este capítulo tiene por objetivo contribuir a responder la pregunta:

¿Cómo se puede reducir el hambre y la pobreza, mejorar el sustento rural y facilitar el desarrollo justo y ambiental, social y económicamente sostenible, por medio de la generación, acceso y uso de CCTA?

En lo que se refiere específicamente a ALC, a partir de las alternativas de futuro para el desarrollo de la Región, es posible proponer recomendaciones (no prescriptivas) para que la ciencia y la tecnología puedan ofrecer la mejor contribución posible<sup>1</sup>.

Para cumplir con este objetivo, el capítulo presenta cinco escenarios sobre las evoluciones de la agricultura (*sensu lato*), los sistemas productivos agrícolas, el conocimiento, la ciencia y la tecnología asociados a aquéllas. Los escenarios descritos son: a) la *sinfonía global*; b) el *orden impuesto*; c) el *mosaico adaptativo*; d) el *jardín tecnológico*; y e) la *vida como ella es*.

Los cuatro primeros escenarios toman los Escenarios del Millenium (Carpenter et al. 2005), con los cuales comparten el mismo nombre, como el macrocontexto más amplio –o como las grandes premisas – bajo el cual se analizan las relaciones entre variables del contexto más próximo a ALC y las variables que definen los SCCTA y los sistemas de producción agrícola en la Región. El quinto escenario se diseñó como una continuación futura de los sistemas de interés, sus influencias y sus interacciones, tal y como se presentan hoy. Es decir, trata de un mundo donde la premisa es que el futuro es semejante al pasado. Los demás escenarios parten del presente para explorar futuros alternativos (que no son una continuación de este presente). El quinto escenario es, por lo tanto, lo que se usualmente se denomina un “escenario tendencial” o de “*business as usual*”.

#### ¿Por qué los escenarios?

El futuro está lleno de incertidumbres para los responsables de formular políticas de mediano y largo plazo, para quienes tienen que comprender cómo serán sus mundos particulares entre cinco y diez años desde el presente, para así tomar sus decisiones. En estos tiempos de extensa y veloz intercomunicación global, los contextos sociales, políticos y económicos de las sociedades se modifican con sorprendente rapidez. En consecuencia, la tarea de comprender cómo estos cambios pueden modificar el futuro y las sociedades se hace difícil y produce mucha incertidumbre.

La construcción de escenarios constituye una metodología que permite apoyar la comprensión del futuro y tomar decisiones sobre políticas y estrategias actuales. Los escenarios no están atados a formulaciones matemáticas rígidas que no pueden modificarse, sino que ofrecen una visión probable, distante en el tiempo, de la naturaleza de fenómenos complejos (como los considerados en la obra presente). Se llega a esta manifestación sobre

---

<sup>1</sup> Propuestas con esta finalidad se presentan en los capítulos 4 y 5.

la base del presente y de un modelo de comportamiento de fenómenos de naturaleza diversa (social, económica, ambiental, tecnológica, etc.) y de sus interacciones. Los escenarios permiten manejar la incertidumbre que caracteriza necesariamente el futuro, por medio de futuros *plausibles*; esto es, descripciones de lo que podría suceder en el futuro y depende de las premisas sobre elecciones de los actores sociales en relación con diversas macrovariables.

Esa visión de futuros plausibles definitivamente es subjetiva, pero está fundamentada en un análisis crítico de la información existente sobre el pasado, el presente y sobre metodologías –como son los escenarios – que permiten la comprensión sistemática del futuro (mejor sería decir de *futuros*). El futuro *podría ser así*, no es que *será así*. Ese *podría ser* es razonablemente creíble aquí y ahora.

### 3.2 Marco Conceptual

Se detallan algunos conceptos fundamentales para la construcción de los escenarios que se presentan en este capítulo.

El concepto de futuro: En realidad, el futuro es algo que no existe y no puede ser alcanzado, porque cuando se piensa que se llegó al futuro, en verdad se está llegando al presente. Así, cuando se estudia el futuro, lo que se estudia son las imágenes o las percepciones que pueden influir sobre las acciones presentes, de la persona o de la organización que está interesada en ellas.

El concepto de futuro tiene relación con algunas dimensiones básicas: 1) el tiempo, cuya percepción y medida, en algunas sociedades, se relaciona con los ciclos de la naturaleza y con fenómenos naturales que se repiten; esta dimensión conduce a un concepto de futuro como secuencia natural del pasado y del presente; 2) el avance en conocimiento y tecnología: esta dimensión trae una perspectiva de evolución y de cambio, para las sociedades contemporáneas, que es diferente de la idea anterior del futuro como continuación del pasado; implica un ambiente turbulento, en mutación constante, en el cual los estudios del futuro se vuelven, al mismo tiempo, más difíciles y más necesarios.

Por otra parte, se deben considerar las influencias presentes (es decir, las relaciones entre fenómenos que influyen el presente) y de la emergencia posible de nuevas influencias. Así, para que se pueda entender el futuro, es necesaria la comprensión de las influencias actuales sobre el presente, pero también la consideración a posibles eventos emergentes. Esta última consideración implica un grado de incertidumbre para el futuro (o para los futuros) en la medida que se amplía el horizonte de tiempo donde se hace el análisis de futuro.

Los conceptos de influencias presentes y de la incertidumbre futura se combinan en el concepto del futuro adoptado en este capítulo. Por este concepto, *el futuro es el resultado de la interacción entre las tendencias históricas y la ocurrencia de eventos hipotéticos*.

La visión prospectiva o la proyección es un abordaje de comprensión de futuro que considera la dinámica de las influencias de diversas naturalezas (científico-tecnológicas, sociales, económicas, ambientales) que actúan sobre los sistemas sociales a lo largo del tiempo, para construir futuros alternativos plausibles a partir de este análisis.

El enfoque sistémico: Para la teoría de sistemas, el todo (o el sistema) es producto de las partes interactivas, cuyo conocimiento y estudio debe ocurrir siempre al relacionar su funcionamiento con el todo. Entre los marcos conceptuales del enfoque sistémico, los conceptos de *sistema*, *límites*, *jerarquía* y *modelo sistémico* son los que pueden tener mayor utilidad para estudios prospectivos como los que se presentan en el este capítulo.

Un sistema es un conjunto de partes o de componentes interactivos, en las cuales el investigador está interesado, en la definición de Milsun en Jones (1970). ¿En el caso del presente capítulo, cuáles son los sistemas de interés?

La propia pregunta que orienta esta evaluación provee las pistas para identificar estos sistemas. Hace referencia a los SCCTA y a sistemas en los que ocurre el desarrollo sostenible, específicamente en el medio rural. También explicita las relaciones entre estos sistemas, al indagar sobre las contribuciones de uno sobre los resultados del otro.

¿Y cuáles son los límites de los sistemas que se van a analizar? En el presente capítulo se adoptan las siguientes definiciones de límites:

- a) Para los SCCA, se incluyen los sistemas denominados de conocimiento tradicional y local, es decir, el “cuerpo dinámico de conocimientos y prácticas acumulados por comunidades tradicionales y por los sistemas productivos agrícolas, derivados de su interacción con la naturaleza y de sus actividades agrícolas”. También se incluyen los sistemas formales de ciencia y tecnología o, más precisamente, de I+D orientados a la generación de tecnología y conocimiento para los sistemas productivos agrícolas.
- b) Para los sistemas donde ocurre el desarrollo sostenible, la premisa contenida en la pregunta que originó esta evaluación indica que se debe tratar de los sistemas productivos agrícolas, porque la contribución de la I+D al desarrollo sostenible, implicada en la pregunta, solo puede ocurrir a partir de su acción sobre estos sistemas.

Estos dos sistemas, por otra parte, no sólo interactúan, sino que también están sujetos a la influencia de otros sistemas de mayor orden, a saber, el sistema llamado *macro-contexto* o *contexto* (de modo más sencillo) y que involucra todas las influencias de diversas naturalezas, que no son generadas en los mismos sistemas de I+D y en los sistemas productivos agrícolas.

La complejidad de los sistemas se simplifica en los modelos que los representan. Un modelo general para representar la pregunta que orienta la esta evaluación (y también este capítulo) se encuentra en la Figura 3.1.



**[Insertar Figura 3.1]**

### **3.3 Metodología**

La primera etapa del proceso de construcción de escenarios fue la elaboración de un modelo que representa las relaciones entre los sistemas de interés (los sistemas de I+D, los sistemas productivos agrícolas y su contexto), más detallado que el presentado en la Figura 3.1. Aunque el análisis deba considerar el modelo presentado en esta figura, éste es muy general para orientar la construcción de los escenarios.

Por lo tanto, se trabajó a partir de variables y de modelo construidos recientemente en otro estudio de futuro. Este estudio intentaba comprender los cambios en el contexto de sistemas de I+D y los posibles efectos en el desempeño de estos sistemas, en un horizonte de diez años (hacia 2015), en seis países de América Latina (Castro et al., 2005; Lima et al., 2005; Santamaría et al., 2005).

Así, para las variables que describen los sistemas de I+D y su contexto, se consideraron en el presente análisis las mismas utilizadas en aquel estudio. Para las variables que describen los sistemas productivos agrícolas, un proceso de creación colectiva (y de revisión bibliográfica) posibilitó la identificación de variables relevantes para estos sistemas. Todas las variables consideradas en el capítulo se presentan en el Cuadro 3.1.

**[Insertar Cuadro 3.1]**

Posteriormente se estudiaron las relaciones entre estas variables con la ayuda de una matriz de impacto cruzado. Esta matriz permite el análisis de las relaciones directas entre cada par de variables, en términos de la intensidad, naturaleza y dirección de la interacción. A partir de este análisis, se construyó el modelo de relaciones de la Figura 3.2.

**[Insertar Figura 3.2]**

A partir de este modelo, se seleccionaron las variables consideradas como los factores críticos para la comprensión del futuro en los escenarios. Estas variables son: demandas y foco de la I+D; tecnologías apropiadas para los sistemas productivos agrícolas; incorporación de conocimiento a los sistemas productivos agrícolas; recursos disponibles para los sistemas productivos agrícolas; desempeño de los sistemas productivos agrícolas; desigualdad de la renta; desigualdad social; seguridad alimentaria urbana y sostenibilidad ambiental en la agricultura. Estos cuatro últimos factores críticos describen los resultados de las interacciones entre el contexto y los dos sistemas (I+D y productivos) en los que se está interesado. Para cada uno de los factores críticos, se elaboraron sub-modelos, en los que se destacan las relaciones directas con otras variables a partir del modelo presentado en la Figura 3.2. Ejemplos de sub-modelos para las cuatro macro-variables de resultados (desigualdad de renta, desigualdad social, seguridad alimentaria urbana y sostenibilidad ambiental en la agricultura) se muestran en las figuras 3.3 a 3.6.

**[Insertar Figuras 3.3]**

**[Insertar Figuras 3.4]**

**[Insertar Figuras 3.5]**

**[Insertar Figuras 3.6]**

A partir de estos modelos, se elaboraron los escenarios, usando la herramienta de matriz de análisis morfológico. En ella se consideran estados plausibles de las variables en el horizonte de tiempo que se investiga. A continuación, los estados –considerados como hipótesis de desarrollo en el futuro de cada variable – se vincularon con los temas de los cinco escenarios: a) la *sinfonía global*; b) el *orden impuesto*; c) el *mosaico adaptativo*; d) el *jardín tecnológico*; y e) *la vida como ella es*.

Los cuatro primeros escenarios toman los Escenarios del Millenium<sup>2</sup> (Carpenter et al., 2005), con los cuales comparten el mismo nombre, como el macrocontexto más amplio –o como las grandes premisas o temas – bajo el cual se analizan las relaciones entre las variables del contexto más próximo a ALC y las variables que definen los SCCTA y los sistemas de producción agrícola en la Región. En estos escenarios, la conjugación de dos macro-variables (integración entre países y acción frente a servicios ambientales) define las grandes fuerzas que determinan todo el escenario. El Cuadro 3.2 presenta estas premisas, tanto para los temas tomados de los Escenarios del Millenium, como para el escenario tendencial.

**[Insertar Cuadro 3.2]**

La vinculación entre temas y descripciones de estados generó la matriz de escenarios y la primera versión de los escenarios para dos períodos: 2007-2015 y 2016-2030. Los autores han revisado estos escenarios hasta llegar a una versión de trabajo que fue sometida a una validación, con cerca de 50 especialistas (de Colombia y Brasil) en los siguientes temas: cambio climático y sostenibilidad ambiental; gobernanza y políticas de desarrollo; avances del conocimiento (biotecnología y nanotecnología); epidemias, plagas y contaminaciones de alimentos; desarrollo económico y social; conocimiento tradicional (valoración e incorporación a la I+D).

La validación significó una evaluación de la plausibilidad de cada descripción de estas variables, en los distintos escenarios y períodos, en una escala de diez puntos ('1' representó

---

<sup>2</sup>Los Escenarios del Millenium tenían por objetivo la evaluación crítica de los impactos de cambios en ecosistemas y en servicios ambientales sobre el bienestar humano. Los conceptos esenciales a esta evaluación son los siguientes: **Ecosistema:** Un ecosistema es un complejo dinámico de comunidades de plantas, animales y microorganismos y medio ambiente, que interactúa como una unidad funcional. Los hombres son parte integral de los ecosistemas. Éstos varían enormemente en tamaño. Un lago temporal en el hueco de un árbol y una cuenca oceánica: ambos pueden ser ecosistemas.

**Servicios ambientales.** Son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas. Éstos incluyen servicios de aprovisionamiento (de alimento, agua, madera, combustible), de regulación (de inundaciones, sequías y degradación del suelo y de enfermedades), de soporte (como formación del suelo y ciclos de nutrientes) y culturales (como los recreacionales, espirituales, religiosos y no materiales).

**Bienestar:** El bienestar humano tiene múltiples componentes, incluidos materiales básicos para una buena vida, libertad de elección y de acción, salud, buenas relaciones sociales y seguridad. El bienestar se encuentra en el extremo opuesto de un continuum de pobreza, que se define como un estado pronunciado de privación del bienestar. Los componentes del bienestar experimentados y percibidos por las personas dependen del contexto, que refleja circunstancias de geografía local, culturales y ecológicas (Carpenter et al., 2005).

el punto de menor plausibilidad y '10', plausibilidad total). Para evaluaciones inferiores a cinco, se solicitó a los especialistas que indicaran: a) una justificación de la evaluación realizada; y b) una sugerencia para la mejoría de la plausibilidad de la descripción.

Los escenarios se ajustaron de acuerdo con esa evaluación y también con base en comentarios y sugerencias de otros revisores externos. Estos escenarios (ya ajustados) se presentan a continuación.

### **3.4 Escenarios: CCTA y Desarrollo Sostenible en ALC en el Futuro (2007-2030)**

En el Cuadro 3.3 se presenta la situación actual de los indicadores seleccionados de las variables consideradas en este estudio de futuro. A partir de este cuadro, es posible identificar que en el presente hay países con mayor o con menor vulnerabilidad en relación con estos indicadores. Vulnerabilidad se define como *“la escasa capacidad de respuesta individual o grupal ante riesgos y contingencia...; predisposición a la caída del nivel de bienestar, derivada de una configuración de atributos negativa [para] lograr retornos materiales y simbólicos...; predisposición negativa para la superación de condiciones adversas”* (Filgueira y Peri 2004:21). Todos los países se presentan con mayor o menor vulnerabilidad, que dependerá del indicador/variable considerado.

Luego se presentan los escenarios contruidos a partir de las variables indicadas. En el Cuadro 3.4, se presenta una versión resumida de los escenarios, con referencia a todas las variables utilizadas en su construcción.

**[Insertar Cuadro 3.3]**

**[Insertar Cuadro 3.4]**

#### **3.4.1 Sinfonía global**

##### **3.4.1.1 2007-2015**

###### **3.4.1.1.1 Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola**

El mundo y específicamente ALC evolucionan hacia la inexistencia de barreras, excepto las de naturaleza sanitaria, para el comercio internacional de productos agrícolas. Eso aumenta la competencia entre los países, que se disputan los mercados sobre la base de precios o la diferenciación de productos. Los países de ALC ya establecidos en los mercados de *commodities* (por ejemplo, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y México) intentan con cierto éxito insertarse en los mercados más dinámicos (Estados Unidos, China e India) y en el mercado de productos diferenciados.

Aumenta la diversidad de las demandas de los consumidores por alimentos diferenciados, ya sea por sabor, apariencia, valor nutritivo, propiedades nutraceuticas, calidad bromatológica, entre otros, en todo el mundo. En muchos países, los consumidores exigen la certificación de la calidad del procesamiento de los alimentos; por ejemplo, la ausencia de agrotóxicos, de

trabajo infantil, de organismos genéticamente modificados y de sufrimiento animal. También aumenta la exigencia de trazabilidad de los productos alimenticios.

En ALC, la creciente educación de las poblaciones y la creciente disponibilidad de información sobre alimentos refuerzan las exigencias de los consumidores. Sin embargo, los consumidores están más preocupados por el daño a la salud, que por los aspectos relacionados con la protección del medio ambiente.

En este período y en la mayor parte de la Región, no se observa un aumento de la frecuencia o de la severidad de las epidemias, debido al incentivo para la implementación de buenas prácticas de gestión de los sistemas productivos, el desarrollo de investigaciones apropiadas para la prevención y manejo de epidemias, la búsqueda de inocuidad de alimentos, y el desarrollo de capacidad y cooperación regional para prevenir nuevas epidemias.

En algunas partes de la Región, se han dado grandes cambios en el patrón de uso de tierra; por ejemplo, se habilitan grandes extensiones para monocultivos destinados a la producción de biocombustibles, lo que podría favorecer la manifestación de nuevas epidemias. De un modo similar, en zonas ya muy afectadas por manifestaciones tempranas del cambio climático (diluvios, sequías, olas de calor y otras) y en las que no se han planificado políticas de adaptación, las condiciones son apropiadas para la proliferación de epidemias o emergencia de nuevas plagas.

La temperatura asciende a razón de 0,22C-0,24C/década y crece la frecuencia de fenómenos extremos. Los efectos de éstos son relevantes y muy heterogéneos para la agricultura y los sistemas productivos de la Región, debido especialmente a la capacidad (también heterogénea) de adaptación y mitigación. Los tomadores de decisión y las sociedades en general (especialmente en ALC) no manifiestan mucha preocupación con esos cambios del clima.

Algunos países establecen políticas de desarrollo social, de innovación, de medio ambiente y de bioseguridad que son coherentes y alineadas con los objetivos mayores de desarrollo económico. En consecuencia, esos países perfeccionan cada vez más sus capacidades de gestión de estas políticas. Otros países de la Región aún poseen políticas poco claras o con poca visión de futuro, además de que cuentan con una mala estructura de gestión. En general, la situación de la gobernanza mejora sensiblemente hasta el final del período.

La educación se considera un factor esencial para mejorar la competitividad comercial de los países. La creciente generación de riqueza permite a los gobiernos invertir fuertemente en educación formal, tanto básica como de postgrado. Los países con menor capacidad económica aun así intentan asegurar a los ciudadanos por lo menos una buena educación básica y secundaria.

Paralelamente a las instituciones públicas, instituciones educativas privadas brindan educación a los actores de los sistemas productivos y mejoran paulatinamente la calidad de

sus resultados. También algunas grandes empresas agrícolas colaboran en distintos países con en nivel de postgrado.

Los países más desarrollados de la Región realizan grandes inversiones para desarrollar nuevas tecnologías (como la nanotecnología, biotecnología e informática). Pocos países de ALC cuentan con la capacidad para lograr avances importantes en conocimientos relativos a los sistemas agrícolas y la agricultura, y menos en nuevas tecnologías.

En otras regiones y en ALC, no se reconoce el valor del conocimiento tradicional, sino el de fuera, ya que algunas grandes empresas privadas buscan crear nuevos productos (por ejemplo, farmacéuticos o insecticidas de base vegetal) que serán utilizados intensamente por los sistemas productivos agrícolas.

#### *3.4.1.1.2 Sistemas de CCTA*

Al inicio de este período, las organizaciones de investigación y desarrollo (I+D) públicas definen como tecnologías prioritarias aquellas que permiten: a) el aumento de la productividad agrícola; b) la reducción de los costos de producción; c) la mejor calidad de los productos agrícolas; d) el aumento de la seguridad alimentaria; e) la mejor la calidad de los procesos en las cadenas productivas; f) mejor renta de los productores agropecuarios; g) el aumento de la competitividad de las cadenas productivas; h) la generación de excedentes exportables; i) la mejoría del perfil nutricional de la población urbana y rural; j) la sostenibilidad ambiental de los sistemas agrícolas; k) el desarrollo de mecanismos y condiciones para la producción preferencial de bienes y servicios agrícolas con valor agregado elevado; y l) la ampliación del portafolio de productos de base agrícola y de productos no alimentarios inclusive. Esta última prioridad permite crear –particularmente en algunos países como Brasil, México y Argentina – una autonomía importante de las fuentes de energía no renovable, por medio del desarrollo de biocombustibles (por ejemplo, etanol, biodiesel, biogás, etc.).

Los grupos sociales a los que se orienta la I+D incluyen, desde los grandes y medianos productores tradicionales, hasta los consumidores finales, la agroindustria y los formuladores de políticas y, en último lugar, los comerciantes. Las comunidades indígenas y los agricultores de subsistencia son poco relevantes para las organizaciones de I+D.

La capacidad de incorporación de avances del conocimiento formal a la generación de tecnología es heterogénea en ALC. En la mayoría de los países hay una pequeña capacidad de generación y el esfuerzo; por esto, se dirige hacia la adaptación o la importación de tecnología (cuando sea posible). Argentina, Brasil y México tienen inversiones importantes en biotecnología, que sumadas a inversiones también importantes en nano, les permiten obtener algunos avances en la aplicación de esas ciencias a la agricultura. El conocimiento tradicional se tiene en cuenta sólo en iniciativas puntuales.

Algunos de los países de ALC hacen esfuerzos para mantener recursos disponibles para la I+D agrícola pública. También hay recursos disponibles de muchas fuentes internacionales vinculadas a países, comunidades de países e institutos internacionales.

El sistema privado es el mayor inversionista en la investigación relativa a producciones económicamente rentables e intenta ampliar su portafolio de productos. En algunas pocas oportunidades, este esfuerzo se comparte con el sector público.

En los países de ALC con estructuras públicas de I+D más institucionalizadas, se inicia una diferenciación de objetivos de trabajo entre lo público y lo privado. Esta diferenciación está impulsada por el beneficio económico de la inversión de empresas privadas en CCTA, que es estimulada por leyes de protección del conocimiento.

La mayoría de los sistemas públicos de I+D trabajan prioritariamente con los siguientes productos agrícolas: granos, hortalizas, especias, frutas tropicales, y productos de la ganadería y de la pesca. Otros países se dedican a la apicultura y a la explotación de otras especies pecuarias, a las plantas medicinales y a las cosméticas.

Las tecnologías generadas por los sistemas de I+D tanto públicos como privados están más orientadas a la agricultura intensiva, a los grandes y medianos productores agrícolas y a la agroindustria. Algunas pocas incorporan aspectos relativos a la protección y conservación del medio ambiente, principalmente en países como Brasil, Perú, Ecuador y México, con elevada biodiversidad y amenazas al ambiente o que poseen regiones semiáridas o áridas. Las tecnologías generadas no contemplan a los grupos sociales más vulnerables, como pequeños productores o agricultores de subsistencia o comunidades indígenas.

#### *3.4.1.1.3 Sistemas productivos agrícolas*

Hay condiciones favorables para una mayor incorporación de conocimiento a la agricultura, debido a mayores inversiones en educación, disponibilidad de recursos para las actividades de la agricultura y apertura de fronteras y mercados y al propio empuje de las empresas. Esa incorporación de conocimientos se efectúa esencialmente por dos caminos. Uno de ellos es la promoción de nuevos insumos para mejorar la productividad; el otro es la implementación y verificación de una serie de prácticas destinadas a asegurar el cumplimiento de estándares de calidad.

Los grandes sistemas productivos atienden con *commodities* el mercado externo; pero también proveen productos diferenciados para un amplio mercado interno de ALC. Una parte nada despreciable de pequeños productores se insertan en grandes cadenas productivas; por ejemplo, los que integran la cadena de carne avícola, que si bien está elevadamente fragmentada, es coordinada de manera eficiente. Otros pequeños productores logran participar de nichos de mercado en su propio país o en países más ricos. Sin embargo, una gran mayoría de productores vulnerables y de subsistencia siguen aislados.

Las aperturas de los mercados y de las fronteras permiten un clima de inversiones en la agricultura. El acceso a recursos naturales (agua, suelo) no es un problema, sino para los sistemas productivos más vulnerables.

Las grandes corporaciones agrícolas que emplean métodos modernos de producción y de gestión se desempeñan con gran eficiencia e incorporan elevada calidad en los productos y procesos; en consecuencia, logran mayor competitividad en los mercados. Los pequeños productores que participan de grandes cadenas son también exitosos, en general. Los que participan de forma más autónoma en nichos de mercado en algunos casos no siempre logran buenos desempeños; la eficacia es fundamental para ellos.

Sin embargo, una buena parte de las pequeñas unidades productivas salen del negocio, por no poder cumplir con algunas de las exigencias de calidad trazabilidad, inocuidad y otras impuestas por los sistemas de comercialización y consumo, por la baja disponibilidad de tecnologías apropiadas para sus condiciones y también por los efectos de los cambios en el clima, aún incipientes pero nada despreciables.

#### *3.4.1.1.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

Las empresas nacionales y transnacionales consolidan su control sobre las cadenas de suministros y mercados atendidos. Una parte de las unidades de producción –con mejores condiciones ecológicas y económicas logran organizarse dentro de esos ámbitos y así mejoran sus rentabilidades.

Para algunos países, la importación de alimentos compite con los sistemas locales de producción de alimento, lo que causa un efecto catastrófico sobre las unidades de pequeña y mediana producción. Los productores desplazados abandonan la actividad agrícola y se dedican a la prestación de pequeños servicios no especializados, sea en el propio medio rural o en los asentamientos urbanos más próximos. Todo esto incentiva la desigualdad en la renta agrícola. Este aumento, sin embargo, es heterogéneo para los diferentes países de ALC.

Al final de este período, aún hay un grado considerable de desigualdad social, que se manifiesta en las diferencias de acceso de distintos grupos sociales (grandes productores, pequeños productores familiares, asalariados en actividades agropecuarias, agricultores de subsistencia) al empleo, a la seguridad alimentaria, a la educación y a la salud. Para algunos de los grupos vulnerables al inicio del período –pequeños productores familiares, asalariados – la desigualdad de acceso se ha reducido de forma importante. Este resultado continúa una tendencia iniciada en la última década del siglo XX, que fue también reforzada por la mayor prosperidad general de este período. La situación también es heterogénea cuando se consideran los países de ALC. En un número reducido de países y gracias a políticas públicas y a la capacidad de gestión de las reglamentaciones y los estándares a los alimentos, los pobres urbanos también tienen acceso a alimentos saludables con regularidad y en cantidad adecuada.

Para los países altamente dependientes de la importación de alimentos y de renta per cápita más reducida, los precios de estos productos aumentan, lo que provoca problemas de seguridad alimentaria urbana.

En los países menos desarrollados de la Región, donde la eficiencia económica es baja, la sostenibilidad ambiental no es una preocupación para los sistemas productivos, salvo para algunos muy locales, tradicionales o indígenas. Prosiguen la deforestación, el uso intensivo de fertilizadores y herbicidas, la expansión de las tierras arables sobre ecosistemas naturales, la consecuente pérdida de biodiversidad y el descuido con la fertilidad del suelo y la calidad del agua. En algunos pocos países, ya se intenta garantizar mayor productividad con tecnologías ambientalmente amigables.

#### 3.4.1.2. Período: 2016-2030

##### 3.4.1.2.1 Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola

Se generaliza la inexistencia de barreras comerciales, con excepción de las sanitarias.

La tendencia a una elevada competencia entre países se acentúa aún más en este período. La carrera cada vez más acelerada para desarrollar nuevos productos agrícolas con gran incorporación tecnológica hace que las *commodities* dejen de tener la importancia relativa que tuvieron en el comercio mundial. La gran mayoría de los mercados consumen productos con algún valor agregado, muchas veces totalmente sintetizados en laboratorio o generados por microorganismos. En muchos casos, las *commodities* son solamente la materia prima para la obtención de esos productos. Algunas *commodities* son el sustento principal de algunas pocas comunidades en ALC, que conservan su identidad y rituales.

Además de las preocupaciones con la calidad y la seguridad de los alimentos que caracterizaban el período anterior, ahora los consumidores –casi sin excepción, pues la población de todo el mundo está mucho más educada que al inicio del siglo– demandan información sobre manipulaciones genéticas y metodologías nanotecnológicas incorporadas en los alimentos. Las reglamentaciones sobre esos aspectos y los procedimientos para la evaluación de alimentos o productos no alimentarios de base agrícola empiezan a ser implementadas por los gobiernos.

Las epidemias y epizootias aumentan en frecuencia y severidad, por los efectos acumulados del mal manejo de los ecosistemas, la introducción de nuevas plagas, falta de acciones de adaptación y mitigación de los fenómenos asociados con el cambio climático y los cambios drásticos en el patrón del uso de la tierra y en la tecnología. La calidad de productos de exportación se vigila estrictamente como así la de los alimentos comercializados en los mercados internos.

El estado del cambio climático sigue siendo una preocupación y muestra señales de crecimiento en temperatura y en la frecuencia de eventos extremos. En ALC ya hay más capacidad para implementar medidas de adaptación y de mitigación; pero esa capacidad aumenta hasta el final del período.



Las compañías transnacionales cuentan con el poder creciente sobre el desarrollo tecnológico. Las políticas de innovación tradicionales se hacen inadecuadas, ya que el Estado no es más el principal actor en la promoción de actividades de I+D. Por el otro lado, emergen problemas relativos al desarrollo social (p.e., la pérdida de empleo como consecuencia de la constante modernización tecnológica), al medio ambiente y al control excesivo de esas compañías sobre la vida del ciudadano común. Estos problemas requieren por parte de los gobiernos la realización de innovaciones institucionales. También los hechos relativos a los cambios climáticos globales requieren de nuevas y vigorosas políticas diseñadas para la protección al medio ambiente y la adaptación de los sistemas productivos agrícolas.

Los gobiernos de los países más desarrollados de la Región destinan una parte importante de sus recursos fiscales para implementar un sistema de seguro de desempleo. Esos gobiernos también ofrecen incentivos a las corporaciones para que no despidan a sus empleados como consecuencia de la modificación de tecnologías sino que, en su lugar, los recapaciten para operar las tecnologías incorporadas. En el 2025, los gobiernos establecen como meta la reducción gradual de la semana de trabajo dentro de la próxima década.

La mayoría de los países de la Región se encuentran en una situación aceptable en cuanto a la calidad de las reglamentaciones y estándares de calidad alimentaria y a la exigencia de sus cumplimientos. Esto se traduce en una razonable eficiencia de los sistemas productivos, productos y servicios acordes con las necesidades de los usuarios. Sin embargo, no necesariamente los sistemas son ambientalmente sostenibles, ni los productos, los subproductos y los residuos en general, lo que tiene repercusiones negativas sobre el medio ambiente.

En general, la estabilidad y consistencia entre políticas sociales, ambientales y de comercio exterior aumentan mucho para la mayoría de los países en ALC en el presente período e incluyen perfeccionamientos de las diversas políticas iniciadas en el período anterior

La educación de los actores de los sistemas productivos a cargo del sistema público de educación asegura una masa crítica de personas con educación adecuada para los objetivos de competencia en el plano internacional. Alianzas estratégicas entre las empresas y los centros de excelencia nacionales e internacionales ayudan a mejorar la calidad de educación pública en todos sus niveles.

Los países más desarrollados realizan grandes avances en biotecnología y nanotecnología. En la segunda mitad del período, en biotecnología aumenta notablemente la comprensión de los impactos sistémicos de la manipulación de genes. Esto permite una mayor eficiencia en el uso de estas técnicas y en la reducción de repercusiones negativas sobre el medio ambiente. La biotecnología se vuelve la base tecnológica de procesos de mejoramiento genético integrada a procesos convencionales. La nanotecnología, por su parte, presenta los primeros éxitos con sistemas inteligentes para el monitoreo de plantaciones y rebaños, por medio de sensores nano electrónicos basados en DNA y en otras moléculas.

También tiene lugar la integración de las dos disciplinas para el desarrollo de sistemas de remediación ambiental, en caso de que estas tecnologías no lleguen a desarrollarse completamente. La biotecnología también se emplea exitosamente para desarrollar biomasa vegetal adecuada a las necesidades de la agroindustria, de los productores y de los consumidores. Por el otro lado, empieza la entrega a los mercados de otras alternativas de energía (eólica, fotovoltaica, hidrógeno, etc.), que por ser más económicas, amenazan con desplazar la de los biocombustibles del mercado.

Muchas veces estos avances son realizados por grandes compañías transnacionales, que exportan sus conocimientos a los países menos desarrollados.

#### *3.4.1.2.2 Sistemas de CCTA*

La división de trabajo entre los sectores público y privado de I+D se amplía en los pocos países que conservan institutos públicos de investigación, cuyas agendas se orientan principalmente hacia los estratos pobres de sus consumidores y productores rurales.

Para las compañías privadas transnacionales que dominan la I+D, el foco de la investigación es sobre todo hacia aquellas tecnologías orientadas directamente a una aplicación más inmediata. Esas compañías también mantienen una cartera de proyectos de ciencia básica dirigida a nuevas aplicaciones de la biotecnología, la nanotecnología y sus integraciones. A partir del conocimiento generado por esas iniciativas, se obtienen otras aplicaciones lucrativas más rápidamente; es decir, se reduce el tiempo entre la generación del conocimiento básico y su aplicación tecnológica.

Las organizaciones públicas de CCTA aún activas en ALC también dependen cada vez más de los conocimientos básicos generados por las compañías transnacionales. En ALC, las compañías transnacionales también desempeñan el papel más relevante en CCTA. Por esta razón, no hay dificultades para la incorporación de avances en el conocimiento formal. Se puede decir que el proceso de obtención de los avances en el conocimiento ya incluye su incorporación, porque estas compañías utilizan las habilidades científicas de quienes las poseen en cualquier parte del mundo.

Las grandes compañías no ahorran recursos para la actividad de CCTA, porque es necesario renovar continuamente el conjunto de tecnologías disponibles para el sector agrícola y así estar en mejores condiciones para desplazar a sus competidores del mercado de tecnologías.

Los gobiernos continúan cumpliendo el papel de proveedores de recursos financieros para el desarrollo de tecnologías destinadas a los pobres. Las compañías transnacionales también tienen líneas de financiación con esa finalidad, como parte de su imagen corporativa ante la opinión pública.

Prácticamente no hay más espacios —a no ser los marginales— para el desarrollo tecnológico que se realiza en organizaciones públicas, estén dedicadas a la investigación básica o a la

investigación aplicada. La investigación pública existente se dirige a grupos sociales vulnerables y a productos agrícolas de carácter “social” (por ejemplo: arroz, yuca, frijoles).

La I+D es altamente exitosa en el desarrollo de productos por los que los consumidores en todo mundo generalmente están ávidos. Esos productos poseen lo más variados atributos, para agradar a todos los gustos. Por ello constituyen un gran conjunto cuya composición se modifica prácticamente todos los días.

Las empresas desarrollan también tecnología para todos los componentes de las cadenas productivas: desde los proveedores de insumos, hasta los distribuidores de los productos elaborados. Si bien estos productos se desarrollan y producen con eficiencia, su eficacia es más problemática, porque los mercados y los consumidores siempre requieren de nuevos atributos en los productos que consumen. Es decir, la eficacia de un producto tiene una duración efímera.

Las tecnologías desarrolladas son apropiadas para grandes empresas que compiten en los mercados de productos de bases agrícolas (pero no necesariamente agrícolas en el sentido tradicional del término). Para los sistemas productivos agrícolas tradicionales, también se desarrollan algunas tecnologías de baja intensidad, que tienen en consideración sus posibles repercusiones sobre el medio ambiente y que también sirven para mitigar el cambio climático, adaptarse a él o ambas cosas.

#### *3.4.1.2.3 Sistemas productivos agrícolas*

Así prosigue el proceso de incorporación de conocimiento a la agricultura iniciado en el período anterior. Ese proceso ocurre por la incorporación de nuevos insumos a los sistemas productivos o por el requisito de cumplir reglamentaciones y demandas de calidad. Su desarrollo está favorecido por condiciones favorables creadas por mayor inversión en la educación, mayor disponibilidad de recursos para las actividades de agricultura y mayor apertura de fronteras y mercados.

En muchos países de ALC, la producción agrícola está dirigida a los mercados externos, especialmente los constituidos por países de mayor poder adquisitivo, los cuales poseen vigorosos mercados internos.

Una razonable proporción de pequeños productores agrícolas logra insertarse en los mercados, como resultado de que un mejoramiento en su educación se traduce en ventajas de sus sistemas productivos y capacidades competitivas. Sin embargo, muchos otros no lograron esa ventaja comparativa del mejoramiento de su educación y son desplazados de sus labores rurales hacia las ciudades.

En general, los países de la Región poseen recursos suficientes y acordes con sus tamaños, sus actividades económicas y sus capacidades intelectual y tecnológica. Las corporaciones transnacionales constituyen monopolios que regulan el uso de los recursos naturales (por ejemplo: el agua y los suelos fértiles) para la actividad agrícola.

Las grandes corporaciones de base agrícola viven un proceso de competencia comercial análogo al de las compañías transnacionales que dominan la generación de tecnología agrícola, porque necesitan siempre producir nuevos productos que tengan alguna novedad para agradar a sus mercados. Los productos se elaboran sobre una base agrícola, pero con fuerte incorporación de biotecnología y nanotecnología. Así por ejemplo, hay cultivos de fibras (monitoreados por sistemas nano) con propiedades termodinámicas, plantas que sintetizan vacunas contra el virus VIH y microorganismos que remedian el medio ambiente contaminado. Estas corporaciones utilizan como insumo *commodities* producidas sobre superficies extensas con técnicas elevadamente mecanizadas y automatizadas.

Muchas veces las grandes corporaciones integran todos los procesos productivos agrícolas y de producción de insumos; otras veces tercierean los primeros. Se fortalecen las cadenas productivas muy competitivas, de carácter más regional, que se dedican a la producción integrada de productos especializados y diferenciados para atender las demandas sociales de mayor diversidad cultural y preservación de identidades de los pueblos. El nivel de desempeño (eficiencia y eficacia) de estas corporaciones es muy grande, porque la competencia comercial les exige elevadas inversiones, para no correr el riesgo de perder mercados.

#### *3.4.1.2.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

Las aperturas de los mercados y de las fronteras permiten un clima de inversiones en la agricultura. Las empresas nacionales y transnacionales consolidan su control sobre las cadenas productivas y los mercados atendidos. Más unidades de producción logran organizarse dentro de esos ámbitos y mejoran su renta. Las importaciones libres de alimentos, el monopolio de recursos naturales y la intensificación de los efectos de los cambios climáticos sacan a los pequeños agricultores del juego. Todo esto provoca un aumento en la desigualdad de la renta. Por otro lado, se invierten más recursos en educación, que en buena medida se emplean para recapacitar una gran masa de población rural de productores desplazados como trabajadores calificados para las empresas. En parte como resultado de esas políticas, la proporción de pobres en la población de América Latina se reduce de forma nada despreciable.

En este ambiente de crecimiento, diferentes grupos sociales cuentan con acceso facilitado a la educación, a la salud y a la seguridad alimentaria, aunque se mantengan las grandes diferencias entre los países de ALC frente al desarrollo social económico. El acceso al empleo, por su parte, es aún difícil para los menos especializados. El Gobierno interviene proveyendo alimentos, morada y transporte para los desempleados. En las sociedades en general, se modifica el valor atribuido al trabajo, porque se desarrolla un mercado orientado al ocio y al esparcimiento.

Se reducen fuertemente los problemas de seguridad alimentaria urbana en ALC, aun en los países dependientes de la importación de alimentos y de renta per cápita más reducida. Casi no hay problemas de seguridad alimentaria urbana en ALC; es decir, hay disponibilidad,

regularidad y acceso a alimentos en las ciudades. En cuanto a la seguridad (inocuidad de alimentos), las principales fuentes de contaminación son controladas por mecanismos sofisticados de vigilancia sanitaria.

En los comienzos de este período la sostenibilidad ambiental de los sistemas productivos se vuelve una prioridad para las sociedades, particularmente las de los países más vulnerables a catástrofes ambientales derivadas del cambio climático. Además de las amenazas a la sostenibilidad relacionadas al mal manejo de los sistemas agrícolas, ésta está también amenazada ahora por las consecuencias del cambio climático. Durante este período, la sostenibilidad ambiental en la agricultura es afectada también por una competencia muy intensa entre los mercados, que demandan cada vez más nuevos productos derivados de la explotación de recursos naturales. La agricultura intensiva practicada reduce la elasticidad de respuesta de muchos ecosistemas, lo que provoca diversas dificultades para conservar la eficiencia de los sistemas productivos agrícolas en el largo plazo.

### 3.4.2 Orden impuesto

#### 3.4.2.1 Período: 2007-2015

##### 3.4.2.1.1 Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola

El comercio internacional de productos agrícolas de la Región está regulado por barreras arancelarias y no-arancelarias; estas últimas tienen el propósito de reducir el riesgo del bioterrorismo. La posibilidad de evolucionar hacia un sistema de libre comercio es remota.

Los países menos desarrollados tienen cada vez menos capacidad de invertir en innovación agrícola. En consecuencia, no logran competir en mercados de productos agrícolas diferenciados y lo mejor que consiguen es seguir exportando *commodities* en condiciones cada vez más difíciles por las barreras impuestas.

Los consumidores de los países más desarrollados de dentro y fuera de la Región son cada vez más exigentes en cuanto a la calidad, la inocuidad, las propiedades funcionales y los modos de producción ambientalmente amigables de los productos alimentarios y no alimentarios. Para los países menos desarrollados, cada vez es más difícil satisfacer todas esas demandas. Algunos de ellos atienden mercados especiales muy valorados, aunque en una escala reducida, por ejemplo, de productos del bosque amazónico o del Chaco Paraguayo o del desierto de sal de Bolivia o de la Patagonia. Los mercados internos de ALC están principalmente compuestos por consumidores de pocos recursos, que demandan alimentos de bajo precio.

A pesar del uso masivo de plaguicidas en toda la Región, se mantiene la frecuencia, severidad y presencia de nuevas plagas y enfermedades, que se agravan en algunos países por cambios en el patrón de uso de la tierra, cambios climáticos y la falta de acciones correctivas.

Aumentan la temperatura y la frecuencia de eventos climáticos extremos. La mayoría de los países de la Región no perciben la amenaza del cambio climático y, por lo tanto, la

necesidad de orientar la I+D agrícola en ese sentido. Las organizaciones sociales que alertan sobre lo que se avecina no encuentran eco en las autoridades. En general, también existe baja capacidad de mitigación y adaptación al cambio climático en la mayoría de los países, porque acciones en esos sentidos no son prioritarias para ellos.

Al inicio del período, algunos países de ALC adoptan medidas de innovación tecnológica, desarrollo social, cuidado del medio ambiente y bioseguridad muy diferentes entre sí. Al final del período y como resultado de la relación con países desarrollados fuera de la Región y por su dependencia de recursos externos, la mayoría de los países adoptan políticas más coherentes de bioseguridad a partir de protocolos importados de los países más desarrollados y con la implementación de políticas totalmente subsidiadas por estos últimos. Sin embargo, en general, no se observa la estabilidad de esas políticas en la mayoría de los países. En los más dependientes de importaciones, esa estabilidad se deteriora mucho.

La gestión de esas políticas también es precaria, debido a la preocupación de los países desarrollados por el bioterrorismo. Desde mediados del período, se produce una transición lenta hacia el establecimiento de reglamentaciones, estándares de calidad y la exigencia de su cumplimiento para reducir el riesgo de actos terroristas correlacionados con la provisión de alimentos o de productos de la actividad agropecuaria. Los gobiernos al principio del período y las corporaciones transnacionales al final de éste son los responsables por la gestión de estándares sanitarios y medidas antiterroristas. Las corporaciones transnacionales sólo son capaces de hacer ese control en las ciudades más grandes.

La educación ofrecida por el sistema público, sobre todo en los países menos desarrollados, no genera buenos resultados. De igual manera, la educación privada frecuentemente ofrece carreras y cursos de mala calidad.

En los países más desarrollados existe una gran preocupación social para que la ciencia garantice formas de evitar cualquier amenaza biológica, física o química, proveniente de los países menos desarrollados. En aquellos países se hacen grandes inversiones públicas y privadas para desarrollar nuevas tecnologías (nanotecnología y biotecnología) destinadas a reducir esa amenaza. En la mayoría de los países poco desarrollados de ALC, la existencia de muchas necesidades básicas insatisfechas y los bajos niveles educativos limitan el desarrollo de la ciencia. Estos países devalúan, en general, el conocimiento tradicional como fuente para la innovación agrícola.

#### *3.4.2.1.2 Sistemas de CCTA*

En los pocos países de ALC que tienen capacidad de innovación tecnológica, se canalizan los esfuerzos y los recursos hacia la bioseguridad. Los países más grandes –muchos de ellos integrantes de bloques económicos– establecen barreras sanitarias a la importación de alimentos, pero sin repercusiones sobre el foco de la CCTA. Debido a la escasez de recursos económicos en la Región, la I+D se orienta en una buena proporción a asegurar la oferta de

alimentos y la eficiencia económica. La sostenibilidad de los productos y procesos y su impacto ambiental no son prioritarios en el sector público ni en el privado.

Los distintos países de ALC revelan capacidades heterogéneas de incorporación de avances del conocimiento formal a la agricultura. Algunos (como Argentina, Brasil y México) incluso aplican sus avances en biotecnología y nanotecnología al agro-negocio. Otros se limitan a adaptar o importar tecnología. Los pocos países con la capacidad de generar tecnologías no incorporan conocimiento tradicional a esa generación.

También existe una pérdida de personal y de capacidad de gestión en el sistema de I+D pública. El personal migra hacia otras actividades o al exterior o a empresas transnacionales. Las organizaciones públicas de I+D tienen dificultades para establecer rumbos, definir prioridades y, especialmente, coordinar todo el esfuerzo de investigación. Al final de este período, se encuentra una amplia distancia amplia entre la capacidad científica y tecnológica de los países de ALC y los países desarrollados (como Japón, Alemania, Estados Unidos). Algunos países de la Región comienzan a importar tecnología desde los países más desarrollados, para satisfacer necesidades en algunas áreas de aplicación consideradas como estratégicas. Debido a la escasez de recursos financieros, la mayor parte de los gobiernos de la Región reduce la inversión pública en educación, ciencia y tecnología. Hay recursos financieros para efectuar convocatorias internacionales destinadas a solucionar principalmente problemas relacionados con la seguridad biológica. Los protocolos, patentes y genes generados en estos proyectos son propiedad de las organizaciones donantes.

Las organizaciones públicas de I+D ceden su espacio en toda ALC a las empresas transnacionales. En algunos países, ellas aún cumplen el papel de generadoras de conocimiento y tecnología en áreas relevantes para la producción, donde las organizaciones privadas de investigación no quieren participar. Por ejemplo, para el mejoramiento genético de maíz desarrollan productos pre-tecnológicos (es decir, productos intermedios del proceso de desarrollo de cultivares) como insumo para elaborar los productos tecnológicos finales de ese proceso (Castro et al., 2006). Las organizaciones públicas de CCTA también se encargan de las investigaciones básicas que no interesan al sector privado.

Debido a sus múltiples limitaciones, las organizaciones de I+D pública no logran desarrollar productos tecnológicos apropiados a las demandas de sus clientes y usuarios, sean éstos las organizaciones privadas transnacionales o nacionales. Los grupos sociales más vulnerables no son en ninguna medida contemplados en la generación de tecnologías.

#### *3.4.2.1.3 Sistemas productivos agrícolas*

La falta de inversión en la educación, la reducción de recursos para la agricultura y la ausencia de apertura de las fronteras y mercados llevan a una condición desfavorable para la incorporación de conocimiento a la agricultura. En escala limitada y solamente en el ámbito de los socios de las empresas, aumenta la incorporación del conocimiento fragmentado sobre uso de insumos y maquinaria, para mejorar la productividad de los sistemas de

producción. Las empresas exportadoras y certificadoras de requisitos de calidad también exigen la implementación y verificación de una serie de prácticas para cumplir con requisitos del mercado y los socios de las empresas (medianos y pequeños productores) se ven obligados a incorporar un conjunto de conocimientos complejos, asociados con los estándares de los productos y los procesos.

Las barreras al comercio limitan los mercados agrícolas para los países de ALC. Pocos países exportan *commodities* a los países con mayor poder adquisitivo, porque los costos de certificación de los productos son elevados, como prevención de cualquier amenaza biológica. Para una proporción pequeña de países y organizaciones, se presenta la oportunidad de participar en mercados “latino-americanos” o “amazónicos”, los cuales también exigen garantías de inocuidad de los productos ofertados. Al final de este período empieza a abrirse también un mercado especializado muy pequeño para productos de sistemas productivos tradicionales.

En el mercado interno de ALC se distinguen dos segmentos: 1) el de los consumidores de altos ingresos, que es un segmento cada vez más reducido como consecuencia del pobre desempeño económico de los países, pero que requiere de bienes similares a los de los consumidores de los países más desarrollados; y 2) el de los consumidores pobres, que es un segmento cada vez más grande para el que lo más importante es el precio. Un número nada despreciable de países cuenta solamente con el segmento de consumidores más pobres para sus bienes y depende cada vez más de importaciones (agrícolas, en general, especialmente de alimentos) para sustentar estas poblaciones.

Los mercados externos, el mercado de altos ingresos y parte del mercado interno pobre son atendidos por productos de sistemas productivos grandes y tecnificados. Los mercados nicho son atendidos por pequeños sistemas productivos con gran incorporación de tecnología relativa a la bioseguridad.

Los mercados internos más pobres son atendidos también por sistemas productivos con poca incorporación tecnológica, sin vinculación con cadenas productivas y casi ninguna preocupación por la bioseguridad, lo que significa que una parte importante de la población de estos países consume alimentos de mala calidad bromatológica.

Los actores de los sistemas de producción no están generalmente organizados en asociaciones estables, lo que repercute en la baja capacidad para la gestión de recursos, un débil posicionamiento en los mercados agrícolas y un desempeño pobre de las unidades de producción.

En los países más desarrollados de la Región, las pérdidas económicas de los sistemas productivos más vulnerables se compensan con políticas asistenciales o por algún mecanismo de seguro. En general los sistemas más vulnerables –de los que no forman parte las grandes corporaciones agrícolas de algunos países– no cuentan con recursos financieros



para protegerse, por ejemplo, de riesgos relacionados con epidemias o de las repercusiones del cambio climático.

Las grandes compañías transnacionales que hacen I+D propio poseen elevados índices de eficiencia y eficacia; es decir, producen con elevado costo-beneficio lo que demandan sus mercados consumidores. Mientras los sistemas de producción familiares son empujados hacia una agricultura cada vez menos rentable.

#### *3.4.2.1.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

Hay un aumento en la desigualdad de la renta, como resultado de la dominación de las grandes compañías transnacionales sobre las inversiones en los agronegocios de ALC y también por la reducción de la inversión pública en educación, ciencia, tecnología y desarrollo rural. Solamente un pequeño grupo de productores (con mejores condiciones ecológicas y económicas) se asocian con esas empresas, por lo que la gran mayoría de las pequeñas unidades de producción salen del juego.

Existe un deterioro general en la capacidad de los países para garantizar la sostenibilidad de sus sistemas productivos agrícolas, especialmente de los más vulnerables, que se refleja de modo dramático en la reducción del acceso al empleo, la vivienda, la salud y la educación y en la disminución de la seguridad alimentaria. Muchos trabajadores rurales desocupados y pequeños propietarios en quiebra se trasladan a las ciudades, donde la reducción de las actividades productivas (en general) también se hace sentir. Los gobiernos no son en general capaces de asegurar protección social a una grande y creciente población pobre en los asentamientos urbanos. En muchas ciudades hay un ambiente propicio para la protesta social y el vandalismo. La inseguridad aumenta tanto en las ciudades como en el medio rural. En fronteras de países más desarrollados como los Estados Unidos y también en las de algunos países de América Latina con mejores condiciones de vida, aumentan los casos fatales por intentos frustrados de ingresar a un mundo en el que hay “mayores oportunidades”.

En relación con la seguridad alimentaria urbana, la oferta de alimentos es insuficiente y una fracción de ésta presenta un riesgo elevado de contaminación.

El estado del cambio climático tiende a ser crítico, porque aumenta la temperatura y también la frecuencia de eventos climáticos extremos. La causa principal de esta situación reside en la matriz energética particular de los países más desarrollados y también en la importación masiva de materias primas desde los países pobres, que se traduce en la explotación creciente de sus sistemas naturales y en la desprotección de sus bosques nativos. La sostenibilidad ambiental y la adaptación al cambio climático no son preocupaciones de los gobiernos, excepto en los países más vulnerables, que son generalmente los menos desarrollados.

### 3.4.2.2 *Período: 2016-2030*

#### 3.4.2.2.1 *Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola*

Tanto los países de la Región como los de fuera de ella continúan utilizando todo tipo de barreras al comercio agrícola, enfrentan dificultades para tornar competitivas sus producciones nacionales y perduran las amenazas del bioterrorismo. Los países de ALC con mayor presencia en los mercados agrícolas exigen certificaciones obligatorias, ejercen un gran control sobre el proceso de producción e imponen patrones de tecnología para manejar las epidemias y asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos.

Se da una división cada vez mayor de los mercados. Los países desarrollados que se encuentran fuera de ALC predominan en la competencia comercial y en los mercados mundiales. Muy pocos países de ALC logran proveer de *commodities* a mercados externos; los países menos desarrollados y los más pobres tienen poco acceso a esos mercados, de modo que la mayoría de ellos se tornan hacia sus mercados internos. Éstos contienen una proporción elevada de consumidores de bajos recursos, más interesados en precios bajos que en calidad alimentaria.

El manejo de las enfermedades y plagas de la agricultura se basa principalmente en el uso de insumos y servicios externos especializados con costos elevados. Hay una reducción de la capacidad de la mayoría de los países de ALC para implementar medidas sanitarias preventivas y de contención, como así de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Por estas razones, las epidemias aumentan en la Región.

En ALC se manifiestan aumentos de temperatura aún mayores que en el período precedente y también son más frecuentes e intensos los eventos climáticos extremos. La fuerte repercusión de éstos sobre la Región se debe en una buena medida a la muy reducida la capacidad de adaptación y de mitigación al cambio climático

La situación de la gobernanza es muy variada en la Región. En muchos de los países la situación general de supervivencia se agrava por la acción de políticos corruptos, aliados a grupos que practican actividades ilegales, que en variadas ocasiones constituyen las pocas oportunidades de supervivencia para muchos habitantes urbanos. En muy pocos países, los gobiernos intentan seguir políticas consistentes y duraderas, pero estos intentos son entorpecidos por la carencia de recursos económicos. Esto se manifiesta en la incapacidad de enfrentar pro-activamente turbulencias de diversa naturaleza como desagregación social, epidemias, desastres naturales, entre otros.

Con recursos cada vez más escasos, la mayoría de los países de la Región enfrentan enormes y crecientes dificultades para asegurar el orden social y la capacidad productiva, y así garantizar la provisión de servicios esenciales como salud, seguro de desempleo, educación, crédito para la vivienda, etc. Las leyes relativas a la protección ambiental, a la seguridad de las transacciones comerciales, a la protección del conocimiento y a la bioseguridad, entre otras, no pasan de ser letra muerta. Los países más desarrollados se ven

amenazados por esta situación. Por ello crean fondos para aliviar la situación de los países en situación más crítica y envían profesionales, productos (por ejemplo, fármacos) y equipos. Esta ayuda empieza cerca del año 2022 y finaliza al final del período.

Debido al deterioro de los recursos económicos y de la gobernanza, los países de ALC ven reducidas sus capacidades para gestionar las regulaciones y los estándares de calidad alimentaria que tenían en el período anterior. Algunos de ellos logran realizar esfuerzos para revertir esa situación, pero obtienen resultados muy limitados. La ayuda de los países desarrollados para recuperar esas capacidades es insuficiente y limitada en el tiempo.

La educación de los actores de los sistemas de producción en el sistema público no produce buenos resultados en general. La educación privada es cara y de calidad heterogénea, porque existen relativamente pocas escuelas que brindan una educación de calidad.

Los países desarrollados realizan grandes avances científicos. En el ámbito de la biotecnología, aumenta fuertemente la comprensión de las repercusiones sistémicas de la manipulación de genes. Esto permite una mayor eficiencia en el uso de estas técnicas, que para los países desarrollados se traduce en la disminución de las repercusiones negativas sobre el medio ambiente. La biotecnología se convierte en la base de proyectos de mejoramiento genético. El empleo de esquemas de mejoramiento convencional pasa a un segundo plano. A su vez la nanotecnología muestra los primeros éxitos de su empleo en sistemas inteligentes para monitoreo de plantaciones y rebaños y sistemas de procesamiento de alimentos. Esos sistemas se apoyan en el empleo de sensores nano electrónicos basados en la caracterización del DNA, especialmente diseñados para detectar amenazas a la bioseguridad en materias primas o en alimentos procesados.

La nanotecnología también se emplea para desarrollar sistemas de rastreo de origen y preservación de identidad. Estos sistemas se venden a los países pobres, que pretenden exportar sus materias primas a los países ricos. Por lo tanto, deben cumplir con las exigencias de preservación de identidad para poder exportar. Esa tecnología se emplea también para generar protocolos estrictos de control de la bioseguridad en transacciones internacionales.

La biotecnología también se emplea para producir biomasa de origen vegetal adecuada a las necesidades de la agroindustria, de los productores y de los consumidores de los países de ALC en mejor situación económica. Por el otro lado, comienza el desarrollo de otras formas de energía más baratas que los biocombustibles y que amenazan con quitarlos del mercado.

La mayoría de las veces, estos avances son realizados por grandes compañías transnacionales que exportan sus conocimientos a los países menos desarrollados.

#### *3.4.2.2.2 Sistemas de CCTA*

La actividad científica, ya casi abandonada en los países de ALC, se deja a su propio arbitrio. En muchos países, los escasos recursos de la población estimula la formación de mercados de productos tradicionales; por ejemplo, las medicinas caras elaboradas por laboratorios

internacionales se reemplazan con principios activos obtenidos directamente de la biodiversidad vegetal. Sin embargo, como no hay interacción entre el conocimiento formal y el tradicional, disminuye la sistematización de este último y su incorporación a los sistemas formales.

La actividad de generación de conocimiento y tecnología se deja a cargo de los países desarrollados fuera de ALC.

La capacidad de incorporación de avances del conocimiento formal está en manos de grandes corporaciones transnacionales, porque no existen institutos de investigación o universidades públicas o privadas que se encarguen eficazmente.

Al principio del período hay un fugaz intento por incorporar conocimiento tradicional en la generación de productos agrícolas.

Los recursos para la I+D provienen de las grandes corporaciones transnacionales, que trabajan focalizadas en sus intereses de corto plazo y en las necesidades de mercados ajenos a la Región. No hay prácticamente otras fuentes de recursos para sostener elevadas inversiones en I+D. El foco de las grandes corporaciones está en la competitividad de *commodities* y protocolos de bioseguridad. Éstos se producen con tecnologías generadas en el exterior, que se aplican directamente o se adaptan a las condiciones de ALC y se exportan a países más ricos fuera de la Región.

Casi toda la I+D producida por las grandes corporaciones se orienta al perfeccionamiento de productos exitosos (como variedades transgénicas) o a la prueba de productos novedosos para atender los mercados externos e internos. Para las actividades de I+D de esas corporaciones, los países de la Región tienen la ventaja comparativa de que se puede explorar el medio ambiente sin afrontar las protestas de organizaciones ambientalistas. Los impuestos son bajos y en general hay pocas restricciones a esta exploración. Especies alimenticias de importancia social como el frijol y la yuca no son objeto de I+D en esas corporaciones.

Sin embargo, las tecnologías generadas por las corporaciones no son las más adecuadas a las diversas necesidades de los países de la Región, ya sea en términos de desarrollo sostenible, de su cultura o de sus condiciones de producción.

#### 3.4.2.2.3 *Sistemas productivos agrícolas*

El lento crecimiento económico de la Región torna mucho más difícil la incorporación de conocimientos a la agricultura, en particular la de los requeridos por los sistemas productivos más vulnerables. Además, las grandes corporaciones ya no operan más como una organización dedicada a un rubro de actividad amplio (por ejemplo, la producción de insumos), sino como grandes cadenas productivas bien coordinadas, en las que se integran desde la producción y venta de esos mismos insumos (incluida la tecnología), hasta la producción y venta de los productos agrícolas. En estas cadenas la incorporación de conocimientos se da automáticamente como parte de un mismo proceso.

Los sistemas productivos que no participan de esas cadenas carecen de una oferta adecuada de tecnología para solucionar problemas de plagas y enfermedades agrícolas o de adaptación a temperaturas más elevadas. Tampoco cuentan con los recursos para incorporar innovaciones cuando hay pocas ofertas disponibles.

La gran mayoría de los países de ALC pierden notablemente su capacidad de competencia en los mercados externos, debido a los siguientes factores:

- a) Los países ricos se cierran cada vez más para garantizar los mejores mercados para sus productores agrícolas.
- b) El rápido cambio en la base tecnológica del desarrollo económico cada vez más dependiente de tecnologías caras como la nanotecnología, la biotecnología, la informática, la geomática y sus integraciones, las cuales no todos los países de la Región pueden pagar.
- c) La creación de nuevos productos con la incorporación de esas tecnologías, que no dependen del uso de *commodities* (principal producto de exportaciones de ALC) y cuyos precios internacionales se devalúan fuertemente.
- d) La reducida capacidad de la Región para mantener la actividad agrícola libre de contaminaciones, enfermedades y plagas.

Pocos países de ALC, particularmente los de mayor extensión, destinan sus producciones agrícolas a los mercados externos. En todos los países de ALC, el mercado interno es un objetivo importante para la agricultura y para la mayoría es prácticamente el único mercado en el que las grandes corporaciones participan como cadenas. Los pequeños productores vulnerables atienden a los pobres en mercados locales o se mantienen a sí mismos (auto-consumo). Cada vez se hace más difícil la inserción de los pequeños productores en cadenas productivas, debido a su capacidad reducida para satisfacer requisitos de certificación y bioseguridad.

Ante la crisis de permanente pobreza y vulnerabilidad productiva y social, los actores de los sistemas de producción vulnerables son atendidos por la vía del existencialismo, con el fin de mitigar las emergencias sociales y naturales.

Los recursos financieros disponibles para las actividades productivas agrícolas se dirigen a los grupos de poder económico y político, no a los pequeños productores. Éstos son generalmente familias (tradicionales) e indígenas.

La asignación de recursos para la agricultura tiende a disminuir durante este período en todos los países de la Región, particularmente en los más pobres y como consecuencia de mala gobernanza.

Los sistemas de producción medianos, que son muy dependientes del apoyo gubernamental, son eficientes pero no logran atender las demandas de los mercados, por lo que pierden muchas veces espacios a favor de cadenas productivas multinacionales que exportan sus productos a la Región. Esos sistemas medianos empeoran sus desempeños ante la

necesidad de reducir cada vez más sus costos de producción para poder mantenerse en el mercado.

#### 3.4.2.2.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas

Por falta de acciones proactivas para mitigar las repercusiones del cambio climático, superficies extensas se hacen más vulnerables y, por lo tanto, más riesgosas para las inversiones. Se desata una competencia agresiva entre los actores del agronegocio para tener acceso a los recursos naturales. Las inversiones en la agricultura están dominadas por compañías transnacionales, que en muchos casos cuentan con el apoyo de los gobiernos. Esto produce un mercado volátil de tierra y agua, y la consolidación de recursos naturales en pocas manos. Todo esto conduce al aumento de la desigualdad en la renta.

Se reducen los recursos públicos destinados a la educación, lo que crea una masa sin mayor acceso a la información y a la organización colectiva para defensa de sus intereses. Esto crea condiciones para que prosiga el aumento de la desigualdad de la renta y se profundicen las diferencias sociales. La brecha de la desigualdad de la renta se amplía en algunos países y permanece estabilizada en otros, con mejora eventual debido a la entrega de recursos, como la titularización de tierras en manos de pequeños agricultores. De esta forma, se trata de atenuar la fuerte migración del medio rural a las ciudades y a otros países, la cual ha crecido desde el período anterior.

En general, para un número creciente de personas se hace más difícil el acceso a la salud, el empleo, la educación y la seguridad alimentaria. Se crea un segmento de personas empleadas por las grandes corporaciones, en contraposición a los que trabajan para organizaciones nacionales, el gobierno u forma autónoma. La clase media pierde su *status*, porque se empobrece. La situación de disgregación social, de violencia e inseguridad se agrava enormemente.

Si bien la calidad bromatológica de los alimentos al alcance de los pobres urbanos se mantiene en los estándares del período anterior, la cantidad de alimentos para la población pobre de las grandes urbes disminuye, principalmente por las siguientes razones: a) la cantidad de pobres urbanos está en aumento, como consecuencia de la falta de oportunidades y empleo; y b) tiene lugar una fuerte migración interna desde el medio rural hacia las ciudades. Los países más ricos (incluso de ALC) establecen medidas muy drásticas para contener la inmigración.

La resiliencia<sup>3</sup> de los ecosistemas disminuye fuertemente, especialmente en los países pobres. En estos países los recursos naturales se explotan casi sin restricciones. No hay capacidad para llevar a cabo acciones tendientes a la recuperación de áreas degradadas ni de mitigación y adaptación al cambio climático, tema que no es prioritario para los gobiernos.

---

<sup>3</sup> Resiliencia es la capacidad de un sistema (socio-ambiental) de absorber turbulencias, enfrentar cambios y aún mantener esencialmente la misma función y estructura. Resiliencia depende de la variabilidad y de la flexibilidad del sistema (Carpenter et al., 2005).

### **3.4.3 La vida como ella es**

#### *3.4.3.1 Período: 2007 - 2015*

##### *3.4.3.1.1 Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola*

Las barreras comerciales son utilizadas por los países desarrollados como un mecanismo de defensa de la competitividad de sus productos agrícolas. Las pequeñas conquistas de reducción de barreras logradas por los países productores de *commodities* agrícolas son neutralizadas por nuevas barreras de orden social o ambiental.

Los países de ALC ya establecidos en los mercados de *commodities* (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, etc.) intentan insertarse en mercados más dinámicos (Estados Unidos, China, India) y en el mercado de productos diferenciados. Sin embargo, esos países todavía no logran competir en los mercados de productos agrícolas diferenciados, porque cada vez es menor la capacidad de invertir en innovación tecnológica para los sistemas productivos agrícolas. Esos países siguen exportando *commodities* y diversifican el portafolio de productos con la inclusión de los bioenergéticos, tales como el alcohol y el biodiésel.

Los consumidores de los países más ricos dentro y fuera de la Región exigen cada vez más calidad, inocuidad, propiedades funcionales y modos de producción ambientalmente amigables en los productos alimentarios y no alimentarios, pero aún no están preparados para pagar el costo asociado a esas demandas. Existen nichos de mercado para algunos productos diferenciados (por ejemplo, productos del bosque amazónico o del Chaco Paraguayo o del desierto de sal de Bolivia o de la Patagonia). Los mercados internos de ALC están compuestos principalmente por consumidores de pocos recursos que demandan alimentos de bajo precio y por nichos de consumidores de renta elevada con sus respectivas demandas diferenciadas.

En la mayor parte de la Región hay un aumento de la frecuencia, la severidad de plagas y enfermedades agrícolas, como consecuencia de la carencia de incentivos para implementar buenas prácticas de gestión de los sistemas productivos y de la inexistencia de una estructura gubernamental nacional con capacidad para implementar la cooperación regional en la prevención y mitigación de los impactos de nuevas epidemias y pérdidas de biodiversidad.

En algunas partes de la Región, se dan grandes cambios en el patrón de uso de tierra. Por ejemplo, se habilitan grandes extensiones de monocultivos oleaginosos y de caña de azúcar para la producción de biocombustibles, lo cual puede facilitar la manifestación de nuevas epidemias.

La temperatura asciende a razón de 0,22C-0,24C por década y crece la frecuencia de fenómenos extremos. Hay efectos relevantes pero muy variables para la agricultura y los sistemas en la Región, debido especialmente a la frecuencia con que estos fenómenos

afectan cada país, a sus consecuencias económicas y a su capacidad (también variable) de mitigación y adaptación.

Los países con una estructura de investigación científica más desarrollada en la Región perciben la amenaza del cambio climático y, por lo tanto, la necesidad de orientar la I+D agrícola en ese sentido. Sin embargo, todavía existen limitaciones financieras y gerenciales para la obtención de resultados aplicables a la adaptación y la mitigación del problema climático.

Algunos países de ALC adoptan medidas de innovación tecnológica, desarrollo social, cuidado del medio ambiente y bioseguridad, pero limitaciones de naturaleza política y presupuestaria producen logros por debajo de lo esperado. Las variaciones de gobiernos generalmente provocan el cambio de gerentes en las instituciones públicas, lo que frecuentemente interrumpe la continuidad necesaria para la obtención de resultados. Ya sea por propia convicción interna (en el caso de los más dependientes del agronegocio) o por su dependencia de recursos externos, los países de la Región adoptan políticas más coherentes de bioseguridad a partir de protocolos importados de los países más desarrollados y con su subsidio logran implementarlas totalmente.

Se produce una transición lenta para la implementación de reglamentaciones y estándares de calidad alimentaria y para exigir su cumplimiento. Los gobiernos son inicialmente responsables por la gestión de estándares sanitarios y medidas antiterrorismo, pero al final del período también lo son las compañías transnacionales. En este período las corporaciones transnacionales sólo están interesadas en las cadenas productivas de mayor densidad económica, lo que puede causar problemas al consumo de algunos tipos de alimentos producidos por la agricultura familiar.

La educación ofrecida por el sistema público, sobre todo en los países más pobres, no genera buenos resultados, aun cuando los gobernantes le asignen una elevada prioridad. Por su parte, la educación privada frecuentemente ofrece carreras y cursos deficientes. Por ello hay una fuerte presión social por mejorar la estructura educativa de la Región.

Mientras los países ricos realizan grandes inversiones en ciencia básica para desarrollar nuevas tecnologías (como la nanotecnología, biotecnología y la ciencia de la información) Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México realizan inversiones limitadas y los demás países, inversiones muy limitadas. Consecuentemente, la Región se distancia del desarrollo científico de frontera, capaz de sostener avances importantes en tecnologías de producción para los sistemas agrícolas y la agricultura, y menos para aquéllas necesarias en la diferenciación de productos y el mejoramiento de la capacidad competitiva de los países.

En ALC se reconoce poco el valor del conocimiento tradicional. Éste es reconocido por ONG que propugnan la sostenibilidad ambiental y la inclusión social, además de algunas grandes empresas privadas que buscan este conocimiento para crear nuevos productos (por ejemplo,



farmacéuticos o insecticidas de base vegetal) intensamente utilizados por los sistemas productivos agrícolas.

#### 3.4.3.1.2 *Sistemas de CCTA*

Debido a la escasez de recursos económicos en ALC y a los problemas sociales de la población, la I+D se orienta en una buena medida a asegurar la oferta de alimentos y la eficiencia económica, por lo que brinda prioridad al aumento de la productividad de los rubros agropecuarios. La sostenibilidad ambiental, la diferenciación y la calidad de los productos no constituyen temas prioritarios en el sector público ni en el privado, sino que son temas de trabajo desarrollados por iniciativas personales en las organizaciones de I+D.

Los distintos países de ALC revelan capacidades heterogéneas para incorporar avances del conocimiento formal a la agricultura. Argentina, Brasil y México, por ejemplo, aplican sus limitados avances en biotecnología y en nanotecnología a las cadenas productivas más dinámicas del agronegocio. Los países más pobres, con escasos recursos e infraestructuras de I+D, se limitan a adaptar o importar tecnología. Los pocos países con capacidad de generar tecnologías incorporan poco conocimiento tradicional en este período.

Las organizaciones públicas de I+D tienen dificultades para establecer rumbos de acción, definir prioridades y, especialmente, coordinar todo el esfuerzo de investigación. También se da una pérdida de personal y de capacidad técnica y de gestión en el sistema de I+D pública, en algunos casos por jubilación de los profesionales, en otros por migración hacia otras actividades mejor remuneradas.

Como consecuencia de la limitada inversión pública y privada en investigación y de las prioridades establecidas por las organizaciones de I+D, al final del presente período se observa una amplia distancia entre la capacidad científica y tecnológica de los países de ALC y los países desarrollados (como Japón, Alemania, Estados Unidos) y también entre los países mismos de la Región. Para algunas áreas de aplicación considerada estratégicas algunos países de la Región comienzan a importar tecnología desde los países ricos, lo que conduce a los primeros a plantear la renovación o la creación de nuevas estructuras públicas de I+D.

Persiste en la Región una fuerte diferencia entre países: Brasil, México y Argentina, tradicionales exportadores de *commodities* agrícolas, invierten más recursos públicos y privados en I+D que los demás países; sin embargo, esas inversiones de la Región siguen siendo relativamente más bajas que las de las demás regiones del mundo (a excepción de África). En países donde existen determinadas cadenas de productos de exportación y donde se cumplen leyes de protección a la innovación, se constata el crecimiento de inversiones privadas en investigación.

Debido a la escasez de recursos financieros y a la competencia de estos en otras áreas como salud y seguridad, la mayor parte de los gobiernos de la Región reduce la inversión pública en ciencia, tecnología y enseñanza. Existen recursos financieros provistos por

convocatorias internacionales para solucionar principalmente problemas relacionados con la sostenibilidad ambiental, la inclusión social y la seguridad biológica.

En los países de ALC carentes de estructuras públicas de CCTA más institucionalizadas, funcionan programas de transferencia tecnológica e investigación adaptativa. En los países donde sí se cuenta con estructuras públicas de CCTA más institucionalizadas, se inicia una competencia entre lo público y lo privado por ocupar espacios de trabajo, principalmente en relación con la generación de tecnología para las cadenas productivas más dinámicas. Esa competencia entre organizaciones públicas y privadas es impulsada por el retorno económico de la inversión en CCTA, como consecuencia de leyes de protección del conocimiento.

En los países exportadores de *commodities* de la Región, las tecnologías generadas por los sistemas de CCTA públicos y privados están más orientadas a la agricultura intensiva de exportación, a grandes y medios productores agrícolas, a la agroindustria y a los proveedores de insumos.

Debido a la fuerte presión de la opinión pública internacional y nacional, en los países con ecosistemas frágiles y amenazados, como la Amazonia, o que poseen regiones semi-áridas o áridas, como es el caso de Brasil, Perú, Ecuador y México, los programas de investigación incorporan aspectos relativos a la protección y conservación del medio ambiente. Las tecnologías generadas son, por lo tanto, apropiadas para esas condiciones, pero poco contemplan a los grupos sociales más vulnerables, como campesinos, agricultores de subsistencia o comunidades indígenas.

#### 3.4.3.1.3 *Sistemas productivos agrícolas*

La limitada apertura de las fronteras y de los mercados asociada al control social de ciertas tecnologías como la de los transgénicos, crea una situación desfavorable para la incorporación de conocimiento a determinadas actividades agrícolas. En las empresas agrícolas aumenta la incorporación del conocimiento fragmentado sobre uso de insumos y maquinaria para mejorar la eficiencia de los sistemas de producción, en general por la vía de la reducción de costos.

Las empresas exportadoras y certificadoras de calidad y origen de productos también exigen la aplicación y verificación de una serie de atributos de calidad, para cumplir con requisitos del mercado. Los productores son obligados a incorporar un conjunto de conocimientos complejos asociados con los estándares de los productos y los procesos.

En el mercado interno de ALC se distinguen dos segmentos: 1) el de los consumidores de altos ingresos, que es un segmento pequeño, pero que exige bienes de calidad similar a los de los consumidores de los países más ricos; y 2) el gran segmento de los consumidores pobres, para quienes lo más importante es el precio. Un número no despreciable de países cuenta solamente con el segmento de consumidores más pobres para sus bienes y necesita

cada vez más de importaciones (agrícolas, en general, pero especialmente alimentos), porque no logra atender a la demanda creciente de sus poblaciones.

Los sistemas productivos de *commodities* están compuestos principalmente por grandes empresas capitalistas, que producen para el mercado externo y para el consumo masivo interno. Una parte de pequeños productores se vincula con grandes cadenas productivas, como los que participan de la cadena de la carne de aves, que está elevadamente fragmentada, pero eficientemente coordinada. Otros logran participar con productos de alto valor agregado en nichos de mercado, sean éstos domésticos o se encuentren en países más ricos.

Todavía persisten los problemas relacionados con la inclusión de agricultores desplazados de cadenas productivas, sin acceso a mercados de factores (tierra, agua y otros insumos) y de productos. Conflictos sobre modelos de desarrollo y entre grupos sociales organizados, ausencia de políticas públicas y escasez de recursos limitan la propuesta e implementación de programas adecuados para esos segmentos sociales.

Las limitadas aperturas de los mercados y las fronteras y la escasa disponibilidad de recursos públicos no permiten un clima de inversiones pleno en la agricultura, aunque ésta sea la actividad económica que más aporta a la economía de los países de la Región.

Las inversiones de recursos en el agronegocio oscilan en función de los precios de las *commodities* de exportación, que pasan de momentos de euforia a unos de crisis de acuerdo con las variaciones de precios. Todavía el agronegocio se mantiene como la principal fuente de ingresos para muchos países de ALC.

Debido a que la principal actividad económica en la Región es la producción competitiva de *commodities* para el mercado internacional, el foco del desempeño de los sistemas productivos es el aumento de eficiencia productiva sobre la base de costos de producción comparativamente más bajos. Para lograr este objetivo, muchas veces las grandes corporaciones integran todos los procesos productivos agrícolas, agroindustriales y de producción de insumos. Se fortalecen las cadenas productivas muy competitivas, de naturaleza más nacional y multinacional como la soya y la caña de azúcar, que son impulsadas por la demanda de biocombustibles.

Son tímidos los esfuerzos para desarrollar sistemas productivos de productos especializados y diferenciados, que atiendan las demandas sociales de mayor calidad de productos. Se muestra un crecimiento moderado de sistemas productivos orgánicos, aunque está limitado por falta de una eficiente estructura de certificación. La diferenciación de productos está limitada por la inexistencia de una estructura y de capacidades de I+D en tecnologías de procesamiento de productos agrícolas.

#### *3.4.3.1.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

La persistencia de la producción de *commodities* para el mercado externo e interno promueve la continuación de la desigualdad de la renta, provocada por la competencia de

costos de producción reducidos. Así se inhibe la participación de los pequeños productores en el sector más dinámico del agronegocio. La desigualdad también persiste por la reducción de la inversión pública para educación, ciencia, tecnología y desarrollo rural.

Los programas de inclusión social y de reforma agraria no logran elevar la renta de la mayoría de los agricultores campesinos, por los problemas de conflictos sociales, de gestión y de continuidad que generalmente crean. Solamente un pequeño grupo de productores en mejores condiciones ecológicas y económicas mejoran sus perfiles de ingreso, porque se asocian con empresas insertadas en cadenas productivas o logran producir para nichos de mercado de productos diferenciados de alto valor agregado.

Aún se halla un grado considerable de desigualdad social al final del presente período, que se manifiesta en las diferencias de acceso de distintos grupos sociales (grandes productores, pequeños productores familiares, asalariados en actividades agropecuarias, agricultores de subsistencia) al empleo, a la seguridad alimentaria, a la educación y a la salud.

Los efectos del cambio climático, la intensificación de plagas y enfermedades asociadas a ellos y la escasa oferta de recursos financieros hacen que la desigualdad social crezca levemente hasta el final del período. En general esta es la situación de ALC, aunque en pocos países se empiezan a percibir mejoras, como consecuencia de las modificaciones en políticas de desarrollo y por su mayor estabilidad.

Los problemas de seguridad alimentaria que ocurren en la Región se deben mucho más a problemas en la demanda (consumidores con problemas económicos de acceso al mercado) que en la oferta de alimentos. La Región cuenta con capacidad de producir lo suficiente para abastecer sus mercados domésticos y también para generar excedentes exportables, sobre todo los países exportadores de *commodities* agrícolas (Brasil, Argentina y México, Colombia). Para los países altamente dependientes de la importación de alimentos y de renta per cápita más reducida, los precios de esos productos aumentan, lo que provoca problemas de seguridad alimentaria urbana.

La producción de *commodities* de exportación se basa en el uso de factores ambientales, como agua y suelo, y en la biodiversidad. A pesar de que hay una fuerte presión de grupos sociales organizados para la protección del medio ambiente, los recursos disponibles para implementar medidas efectivas en ese sentido no son suficientes.

La iniciativa privada, principalmente los productores de *commodities* de exportación, se resiste en incluir los costos de preservación del medio ambiente en sus costos de producción.

Tanto en los países más pobres de la Región como en la producción campesina, donde la eficiencia económica es baja, la sostenibilidad ambiental no es en general una preocupación para los sistemas productivos, salvo en algunos locales, tradicionales o indígenas.

Continúa la deforestación, el uso intensivo de fertilizantes y herbicidas y la expansión de las tierras arables como consecuencia del incentivo a la producción de biocombustibles.

### 3.4.3.2 *Período: 2016-2030*

#### 3.4.3.2.1 *Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola*

Después de un largo período de negociación en el ámbito de la Organización Mundial del Comercio, los países desarrollados empiezan a reducir las barreras comerciales, utilizadas anteriormente como un mecanismo de defensa de la competitividad de sus productos agrícolas. Los países productores de *commodities* agrícolas deben neutralizar las barreras ambientales, impuestas por el temor de daños ambientales y climáticos causados por la expansión del área cultivada con granos y productos energéticos.

Los países de ALC ya establecidos en los mercados de *commodities* (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, entre otros) logran insertarse en los mercados más dinámicos (Estados Unidos, China, India) y, en pequeña escala, en el mercado de productos diferenciados. Los resultados económicos obtenidos permiten a esos países aumentar la capacidad para invertir en la innovación tecnológica de los sistemas productivos agrícolas y así poder competir en algunos mercados de productos agrícolas diferenciados. Esos países continúan exportando *commodities* además de un portafolio de productos bioenergéticos, como el alcohol y el biodiesel.

Los consumidores de los países más ricos dentro y fuera de la Región exigen paulatinamente más calidad, inocuidad, propiedades funcionales y modos de producción ambientalmente amigables para los productos alimentarios y no-alimentarios, y aceptan pagar el costo asociado con esas demandas. Sin embargo, los mercados internos de ALC están compuestos por una mayoría de consumidores de pocos recursos, que demandan alimentos a precios bajos, y por una clase media capaz de demandar productos diferenciados y saludables de precios más altos. Aumentan los nichos de consumidores de renta alta, con demandas diferenciadas.

En la mayor parte de la Región, el aumento de la frecuencia o severidad de las plagas y enfermedades ocurrido en período anterior y agravado por el incremento de temperatura genera mejoras en el desarrollo y en el uso de buenas prácticas de gestión de los sistemas productivos, en la estructura gubernamental nacional con capacidad para prevenir y mitigar los impactos de nuevas plagas o enfermedades y eventualmente epidemias, tanto en el plano doméstico como mediante la cooperación regional.

Los grandes cambios en el patrón de uso de la tierra –por ejemplo, las grandes extensiones de monocultivos oleaginosos y de caña de azúcar para la producción de bio-combustibles– facilitaron la manifestación de nuevas plagas y enfermedades, lo que a su vez indujo la creación de políticas públicas y de sus correspondientes planes de investigación para mitigar las repercusiones de esas plagas y enfermedades. De modo similar, los gobiernos han planificado políticas de adaptación en regiones ya muy afectadas por manifestaciones tempranas del cambio climático, como diluvios, sequías, olas de calor, etc., que crearon un ambiente favorable a la proliferación de epidemias. Así se lograron progresos en la convivencia entre la producción agrícola y las epidemias en la Región.

La temperatura asciende a razón de 0,22C-0,24C por década y crece la frecuencia de fenómenos extremos. Hay efectos relevantes pero heterogéneos para la agricultura y los sistemas productivos en la Región, especialmente debido a la capacidad (también heterogénea) de adaptación y mitigación de los países. Muchos países, por otra parte, presentan capacidad aumentada de convivencia con estos fenómenos.

Los países de la Región que poseen una estructura de investigación más desarrollada ya aplican los resultados obtenidos de políticas públicas destinadas a mitigar las repercusiones del cambio climático, para orientar el desarrollo de la agricultura. Limitaciones financieras y gerenciales aún restringen la obtención de resultados aplicables a la adaptación y mitigación del problema climático, principalmente en los países más pobres de la Región.

Muchos países de ALC adoptan medidas de innovación tecnológica, desarrollo social, cuidado del medio ambiente y bioseguridad, pero en algunos de ellos limitaciones de naturaleza política y presupuestaria producen resultados por debajo de lo esperado. La alternancia democrática de gobiernos conduce generalmente a cambios gerenciales en las instituciones públicas, lo que trastorna la continuidad necesaria para la obtención de resultados valederos. Debido a la creación de una conciencia ambiental, los países de la Región implementan políticas más coherentes de bioseguridad y de protección ambiental, basadas en protocolos tanto domésticos como importados de los países ricos. Éstos subsidian total o parcialmente la implementación de esos protocolos.

Prosigue la transición iniciada en el período anterior hacia la creación de reglamentaciones y estándares de calidad de alimentos o de productos de la actividad agropecuaria, así como de la exigencia del cumplimiento de éstos. Los gobiernos, asociados con las empresas transnacionales productoras de insumos agrícolas y grandes actoras en los comercios mayorista y minorista, son responsables por la gestión de los estándares sanitarios y de bioseguridad. Los gobiernos se hacen cargo de la supervisión y la asistencia a la agricultura familiar con resultados alentadores.

La fuerte presión social por mejorar la estructura de la educación en la Región repercute sobre la calidad de la educación pública, sobre todo en los países más pobres, donde se obtienen buenos resultados. De igual manera, mejora la educación privada.

Mientras los países desarrollados ajenos a la Región realizan grandes inversiones en ciencia básica para desarrollar nuevas tecnologías como la nanotecnología, la biotecnología y la ciencia de la información, en los países de ALC también aumentan las inversiones en ciencia básica y en transferencia de conocimientos desde los países desarrollados.

Consecuentemente, en algunos países de la Región y en determinados temas de investigación, se tiende al desarrollo científico de frontera, con el fin de adquirir la capacidad de fundamentar avances importantes en tecnologías de producción para los sistemas agrícolas y la agricultura, diferenciar productos y mejorar la competitividad.

En ALC las ONG que defienden la sostenibilidad ambiental y la inclusión social, las grandes empresas privadas y las organizaciones de I+D públicas reconocen el valor del conocimiento tradicional, el cual buscan para crear nuevos productos (por ejemplo, farmacéuticos o insecticidas de base vegetal), cosméticos y nutracéuticos.

#### 3.4.3.2.2 *Sistemas de CCTA*

Los recursos para la I+D continúan siendo escasos en ALC. En general la I+D se orienta en una buena proporción a asegurar la oferta de alimentos y la eficiencia económica. Se prioriza el aumento de la productividad de los rubros agropecuarios, la disminución de los costos de producción o ambos, para asegurar la competitividad de las *commodities* producidas. En los países más grandes de la Región, la sostenibilidad ambiental, la diferenciación y la calidad de los productos se incorporan a la agenda de investigación del sector público.

Los distintos países de ALC aún revelan capacidades heterogéneas para la incorporación de avances del conocimiento formal a la agricultura. Algunos como Argentina, Brasil y México incluso aplican sus avances en biotecnología y en nanotecnología a las cadenas productivas más dinámicas del agro-negocio. Los países más pobres, con limitados recursos e infraestructuras de I+D, se limitan a adaptar o a importar tecnología. Los países con la capacidad de generar tecnologías incorporan el conocimiento tradicional a ese proceso creativo.

Las organizaciones públicas de I+D de los países de la Región con mayor tradición en la investigación científica manejan mejor los instrumentos de gestión estratégica de la I+D, porque coordinan el esfuerzo de investigación. En estos países una nueva generación de investigadores reemplazó a la antigua y hubo un incremento de la capacidad técnica y de gestión en el sistema de la I+D pública.

Al final de este período, se reduce la distancia entre los países de ALC con respecto a las capacidades científica y tecnológica, y entre éstos y los países desarrollados como Japón, Alemania, Estados Unidos.

Brasil, México y Argentina invierten más recursos públicos y privados en I+D que los demás países, pero las inversiones de la Región son porcentualmente más bajas que en las demás regiones del mundo. En determinadas cadenas productivas de productos de exportación y en países con una legislación desarrollada de protección a la innovación, las inversiones privadas en investigación pasan a equipararse con las inversiones públicas.

A pesar de la persistencia de recursos financieros escasos y la competencia con otras áreas de gobierno como la salud y la seguridad, los gobiernos de la Región aumentan gradualmente la inversión pública en ciencia, tecnología y educación. Hay recursos financieros en convocatorias internacionales para solucionar principalmente problemas relacionados con la sostenibilidad ambiental, la inclusión social y la seguridad biológica.

En los pocos países de ALC que carecen de estructuras públicas de CCTA más institucionalizadas, funcionan programas de transferencia tecnológica e investigación

adaptativa. En los países que si cuentan con estructuras públicas de CCTA más institucionalizadas, existe una competencia por espacios de trabajo entre lo público y lo privado, principalmente en relación con la generación de tecnología para las cadenas productivas más dinámicas. Esa competencia entre organizaciones públicas y privadas es impulsada por el retorno económico a la inversión en CCTA, derivado de la legislación de protección del conocimiento.

En los países exportadores de *commodities* de la Región, las tecnologías generadas por los sistemas de CCTA públicos y privados están más orientadas a la agricultura intensiva de exportación, a los grandes y medianos productores agrícolas, a la agroindustria y a los proveedores de insumos. Hay programas orientados a la agregación de valor en la producción agrícola familiar y al desarrollo de productos diferenciados.

Debido a continuada presión de la opinión pública mundial, se desarrollan programas de investigación relativos a la protección y conservación del medio ambiente y a la recuperación de áreas anteriormente degradadas. Esto ocurre en todos los países y especialmente en aquellos con ecosistemas frágiles y amenazados como la Amazonia o que poseen ambientes caracterizados por estreses hídricos (como regiones semi-áridas o áridas), como es el caso de Brasil, Perú, Ecuador, México. Las tecnologías generadas son, por lo tanto, apropiadas a esas condiciones y contemplan a los grupos sociales más vulnerables, como campesinos o agricultores de subsistencia o a las comunidades indígenas.

#### 3.4.3.2.3 *Sistemas productivos agrícolas*

El crecimiento económico fluctuante impacta de forma distinta sobre las cadenas productivas de la Región. Las grandes corporaciones constituyen grandes cadenas productivas bien coordinadas, en las que se integran desde la producción y venta de insumos (incluida la tecnología) hasta la producción y venta de los productos finales. En éstas la incorporación de conocimientos se da automáticamente como parte de un mismo proceso. La competencia en el mercado internacional es el factor determinante para la incorporación de innovación en esas cadenas.

Los sistemas productivos más vulnerables, que no participan de esas cadenas, buscan tecnología en diversas fuentes para solucionar problemas de eficiencia y calidad, las cuales son esenciales para incluir estos sistemas en el mercado. Hay recursos en el crédito público, para incorporar las innovaciones disponibles.

En toda la Región se establecieron sistemas productivos productores de *commodities* principalmente constituidos por grandes empresas capitalistas, para producir para el mercado externo y para el consumo masivo interno.

Una parte de pequeños productores comerciales se vincula con grandes cadenas productivas, como los que participan de la cadena de carne de aves, altamente fragmentada, pero eficientemente coordinada. Otros logran participar de nichos de mercado y producen productos de alto valor agregado en su propio país o en países más ricos.



A partir de una acción constante y de la mejora de los resultados de políticas públicas, se solucionan muchos de los problemas relacionados con la inclusión de los agricultores desplazados de las cadenas productivas, sin acceso a mercados de factores (agua, tierra y otros insumos) y de productos.

Una apertura más amplia de los mercados y las fronteras y la mayor disponibilidad de recursos públicos producen aumentos en las inversiones en la agricultura, que es la actividad económica que más aporta a la economía de los países de la Región.

Las inversiones de recursos en el agro-negocio aún oscilan en función de los precios de las *commodities* de exportación, pero lo hacen más suavemente a partir de una mejor concertación entre *stocks*, gestión de la producción y precios de las *commodities*. El agro-negocio se consolida como la principal fuente de ingresos para la mayoría de los países de ALC.

El foco del desempeño de los sistemas productivos es el aumento de la eficiencia productiva, basado en aumentos de productividad y costos de producción más bajos. Las grandes corporaciones integran todos los procesos productivos agrícolas, agroindustriales y de producción de insumos y comercio mayorista, y dejan a terceros solamente la comercialización minorista. Se fortalecen cadenas productivas muy competitivas, impulsadas por las demandas de bio-combustibles, de carácter más nacional y multinacional como el biodiésel de la soya y de la palma africana, y el etanol de la caña de azúcar. Las cadenas productivas de carnes y de frutas se integran al portafolio económico de la Región.

Se intensifican los esfuerzos para desarrollar sistemas productivos de productos especializados y diferenciados, para atender demandas sociales por mayor calidad de productos. Hay un crecimiento pronunciado de sistemas productivos orgánicos, estimulado por la implementación de una estructura de certificación. La diferenciación de productos empieza a producir resultados a partir del crecimiento de una estructura de I+D con capacidades para el desarrollo de tecnologías de procesamiento de productos agrícolas.

#### *3.4.3.2.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

A pesar de que la consolidación del parque productivo de *commodities* para los mercados externo e interno promueve la desigualdad de la renta, por inhibir la participación de los pequeños productores en el sector más dinámico del agronegocio, los programas de inclusión social, investigación orientada a la agricultura familiar y de reforma agraria logran elevar la renta de muchos segmentos de agricultores campesinos. Además, un grupo creciente de productores se asocia con empresas insertadas en cadenas productivas o produce para nichos de mercado de productos diferenciados de alto valor agregado, y así logra mejorar sus perfiles de ingresos.

En este período, en la mayoría de los países mejora sensiblemente el acceso de la población a la salud, al empleo, a la educación y a la seguridad alimentaria. Sin embargo, todavía en muchos países se mantiene la exclusión social y la falta de acceso a los servicios básicos.

Los problemas de seguridad alimentaria de la Región son causados por plagas, enfermedades, epidemias y catástrofes climáticas y ambientales, pero en general la Región – en particular los países exportadores de *commodities* agrícolas (Brasil, Argentina y México, Colombia) – cuenta con la capacidad de producir tanto para abastecer sus mercados nacionales como para generar excedentes exportables. Aún persisten en todos los países, problemas de seguridad alimentaria urbana por falta de acceso al mercado de alimentos. Para los países aún dependientes de la importación de alimentos y de renta per cápita más reducida, los precios de esos productos importados aumentan, lo que provoca problemas de seguridad alimentaria.

Continúa la fuerte presión de grupos sociales organizados para la protección del medio ambiente, que disponen del aporte de recursos internacionales para implementar medidas efectivas para ello.

La iniciativa privada –principalmente los productores de *commodities* de exportación – incorporan parcialmente los costos de preservación del medio ambiente a sus producciones, porque comparten ese costo ambiental con el poder público del Estado.

En los países más pobres de la Región y en la producción campesina, la mejora de la eficiencia económica, el aporte de recursos y las asistencias técnica y gerencial incorporan la sostenibilidad ambiental como un objetivo de los sistemas productivos. Así disminuye la deforestación, mejora el uso de los fertilizantes y plaguicidas y se estabiliza el uso de tierras arables dedicadas la producción ampliada de biocombustibles.

### **3.4.4 Mosaico adaptativo**

#### *3.4.4.1 Período: 2007 - 2015*

##### *3.4.4.1.1 Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola*

La preocupación con el cambio climático y con la sostenibilidad ambiental se instrumentaliza mediante cambios en diversas políticas y reglamentaciones en algunos países de ALC, en los primeros años de la segunda década del milenio y en los países con mejor capacidad de gobernanza.

Inicialmente los cambios en las reglamentaciones afectan el comercio entre países (incluidos los de ALC), por medio de una curiosa combinación de barreras: por un lado, barreras no-arancelarias que dificultan las importaciones agrícolas de dudosa sostenibilidad ambiental y social y, por el otro lado, el otorgamiento de subsidios a los productos agrícolas con características ambientalmente amigables.

Las barreras hacen más difícil el comercio entre los países. Además y en relación con los mercados externos, la competitividad del negocio agrícola de los países de ALC se debilita frente a algunos mercados, especialmente los europeos, que requieren garantías de que el proceso productivo respeta a la sostenibilidad ambiental. Productos nuevos y diferenciados no son demandados por los “nuevos consumidores”.

En muchos países la producción agrícola se reduce por los efectos del clima. Movimientos sociales en ALC en pro de mayor sostenibilidad ambiental también privilegian la consideración en los ecosistemas y en reglas estrictas para su explotación en cada país. Todo esto reduce aún más la capacidad productiva de la agricultura y la orienta prioritariamente al mercado interno, particularmente a los mercados locales. Los mercados externos dejan de ser el blanco de los productos agrícolas para muchos países.

El cambio climático contribuye al grave aumento de epidemias y a la emergencia de nuevas plagas, y provoca pérdidas severas en vidas humanas y animales y una fuerte reducción en las cosechas. Estas pérdidas son distribuidas de modo heterogéneo sobre ALC y alcanzan también los países con aporte más reducido, por ejemplo, por su contribución a emisiones de CO<sub>2</sub>, al aumento de la temperatura y a la severidad de eventos extremos.

Este escenario empieza a configurarse a partir de grandes aumentos en la temperatura en diversas regiones del mundo y a una intensidad sin precedentes de eventos climáticos extremos, observados a finales de la primera década del siglo XXI. Los países no se muestran capaces de lidiar con las crisis que estos cambios generan.

Los países de la Región muestran gobernanzas entre mediocres y aceptables. La profunda innovación institucional requerida se hace bajo la presión de una fuerte movilización de diferentes grupos sociales y por ello los gobiernos se ven obligados a compartir fuertemente todas las decisiones y acciones con esos grupos.

Siguiendo la tendencia mundial, algunos países de ALC empiezan a modificar sus políticas hacia sistemas más sostenibles, a partir del aprendizaje basado en las relaciones entre sistemas socioeconómicos y ambientales. Ciertos países de la Región –como Brasil, México, Argentina, Perú y Colombia– están muy afectados, ya que algunos de sus ecosistemas y poblaciones están sometidos desde hace mucho tiempo a condiciones extremas, situación muy agravada por el cambio climático. Para los tres primeros países, es difícil formalizar la transición hacia el nuevo paradigma, por contar con economías y agricultura de escala exportadora y focalizada en *commodities*. Para países más pobres o más pequeños, que ya contaban con una agricultura más dirigida a productos para mercados locales o a nichos (por ejemplo, Costa Rica con ornamentales y Bolivia con quínoa) esa transición se vuelve más fácil.

Las políticas de desarrollo agrícola se orientan a facilitar el cambio de paradigma productivo mediante acciones de I+D específicas y de transferencia y difusión de las tecnologías y de los conocimientos necesarios, tanto tradicionales como convencionales.

Se establecen políticas para el desarrollo integral de biocombustibles y de otras fuentes energéticas renovables, dentro de un marco referencial de sostenibilidad ambiental. De manera similar, se sancionan leyes para incentivar sistemas de producción agrícola de base agroecológica y se establecen tasas para limitar explotaciones agrícolas que utilicen grandes extensiones de tierra o monocultivos. A mediados del período, se definen políticas para

facilitar el acceso a la tierra a pequeños productores sin tierra, como manera de minimizar los efectos del clima sobre este grupo social vulnerable. Se les facilitan las condiciones como crédito, asistencia técnica, capacitación, entre otras, para que puedan producir por lo menos los alimentos básicos que necesitan para sobrevivir en una situación tan adversa.

La educación es un elemento clave para hacer los cambios institucionales requeridos por esta nueva sociedad. Alrededor de 2010 la mayoría de los países de ALC invierten en promedio 13% de sus PIB en educación.

En el inicio de este período, en muchos países se verifica la emergencia de grupos de científicos que preconizan un tratamiento más sistémico de la cuestión agrícola. Por ejemplo, ellos afirman que la investigación sobre la bioseguridad de los transgénicos debería considerar las repercusiones sistémicas que la manipulación genética pueda tener sobre la célula y el medio ambiente. Esos grupos preconizan una agricultura en la que se utilizan prácticas más amigables con el medio ambiente.

Prosiguen los avances del conocimiento en ciencias como la biología y la nanotecnología. Se hacen también grandes inversiones en la I+D relativa al medio ambiente y a sus repercusiones sobre la agricultura. Las investigaciones en este campo proveen las bases tecnológicas para la certificación de cuidado ambiental a los productos agrícolas.

Para reducir el riesgo de nuevos desastres ambientales, varios organismos internacionales (Banco Mundial, ONU, UNESCO, OM y otros) profundizan acciones para organizar y apoderar las comunidades tradicionales alrededor del mundo.

Los conocimientos de esas comunidades empiezan a ser más valorados. Se proponen numerosas iniciativas de protección ambiental y de certificación de la inocuidad ambiental de productos y de sus procesos de producción. En muchos países de América Latina hay numerosas iniciativas para la sistematización del conocimiento tradicional y la elucidación de sus principios.

#### 3.4.4.1.2 *Sistemas de CCTA*

La I+D tiene como demandas el desarrollo o perfeccionamiento de procesos agrícolas tales como: (a) el control biológico de plagas y enfermedades; (b) el control de la aplicación de nutrientes y de residuos a los suelos del sistema productivo; (c) la eliminación o reducción de residuos agropecuarios y agroindustriales; (d) la identificación y uso de fuentes naturales de abonos del suelo; (e) la supervisión de la seguridad y la calidad en el procesamiento de alimentos; y (f) la generación de procesos productivos con bajo impacto ambiental. Los procesos destinados al incremento de la productividad siguen siendo considerados relevantes, pero ahora también se priorizan los aspectos ambientales.

Son prioritarios los siguientes temas vinculados al medio ambiente y los ecosistemas: (a) la prospección y conservación *in situ* y *ex situ* de germoplasma; (b) la valoración económica de la biodiversidad y de los recursos naturales; (c) la explotación económica sostenible de la biodiversidad; (d) el conocimiento tradicional de la biodiversidad; (e) la gestión de recursos

pesqueros; (f) la zonificación, la gestión y la agricultura conservacionista; (g) la gestión de la calidad y el uso del agua; y (h) la gestión de los recursos forestales.

La existencia de barreras favorece la investigación relacionada con los sistemas de certificación de origen y rotulación ecológica de los alimentos. Una mayor parte de la I+D se orienta particularmente hacia investigaciones relacionadas con la adaptación al cambio climático. La definición de prioridades para la I+D está sujeta a la necesidad de tratar, en primer lugar, la adaptación y la mitigación del cambio climático y la sostenibilidad ambiental.

A los grupos sociales que han sido tradicionalmente los usuarios de la investigación agrícola, se añaden ahora los pequeños productores, los agricultores de subsistencia y las comunidades indígenas, como grupos de alta prioridad para la orientación de la I+D.

En ALC todos los países están interesados y comparten esfuerzos para que la I+D ofrezca respuestas a las demandas de esos grupos sociales, pero solo algunos pocos países cuentan con las condiciones en cuanto a infraestructura, científicos capacitados y recursos financieros, por ejemplo, para lograr avances en esta área. La incorporación de conocimientos está en parte limitada por esos recursos. Sólo se efectúa después de una evaluación de sus potenciales repercusiones en los sistemas socioeconómico-ambientales. Todos los involucrados en el quehacer científico aportan grandes esfuerzos para incorporar conocimientos tradicionales a los sistemas formales de CCTA y garantizar los derechos de las comunidades tradicionales/indígenas.

En algunos países de ALC, hay recursos para I+D en cantidad suficiente, pero no óptima. La asignación de esos recursos se prioriza hacia los grandes objetivos de protección del medio ambiente, las prácticas de una agricultura sostenible y la seguridad del consumidor. Esos recursos son, en su mayoría, nacionales (del gobierno o de fondos sociales). Una pequeña parte de ellos proviene de fuentes regionales.

Protocolos de bioseguridad estrictos se definen para la investigación en biotecnología y nanotecnología; la investigación en estas ciencias no se interrumpe, sino que avanza más lentamente.

La gestión de I+D es importante para orientarla correctamente hacia los objetivos de protección ambiental. Diferentes grupos sociales obtienen plena participación en el proceso integral de la I+D agrícola.

La I+D está fuertemente liderada por institutos de investigación y universidades públicas, que trabajan de forma muy participativa con los usuarios y con otras organizaciones interesadas en la I+D y sus repercusiones sociales. Las empresas privadas cooperan en alguna medida con aquellas organizaciones, pero tienen su ámbito de acción más restringido por leyes que limitan su concentración (o sea, unas pocas empresas controlan todo el mercado). Ellas están más orientadas hacia la resolución de problemas relativos a la productividad y a la reducción de costos de producción en los sistemas productivos y a sus externalidades ambientales. Hacia finales del 2015, la gran mayoría de las empresas

privadas de I+D toman conciencia de la existencia de mercados importantes relacionados con el medio ambiente, que vale la pena aprovechar.

En un ambiente de recursos más escasos, la I+D procura alcanzar eficiencia en su uso. La eficacia, por otra parte, es más importante que la eficiencia; es decir, el énfasis se pone en los productos de la I+D y en su adecuación a las necesidades de bajo impacto ambiental y, en menor grado, en la optimización del uso de recursos financieros para su obtención. En el inicio del período, pocas tecnologías están disponibles para la amplia gama de usuarios de la I+D. Al final del período, aumenta la capacidad y la comprensión de las necesidades de esos usuarios; aumenta también el *stock* de tecnologías distintas disponibles y adecuadas para diferentes usuarios.

Al final del período y después de algunos años de intentos, se obtienen tecnologías agrícolas más apropiadas para diferentes sistemas productivos, sus culturas y sus condiciones (sociales, económicas y ecológicas).

#### *3.4.4.1.3 Sistemas productivos agrícolas*

Las políticas con énfasis en el desarrollo sostenible local exigen una fuerte incorporación de conocimientos agroecológicos y también la elaboración paralela de las diversas teorías existentes sobre la valuación de recursos naturales y de servicios ambientales, como parte integral de la metodología necesaria para estimar la eficiencia económica de los nuevos sistemas productivos. Esas políticas también necesitan de una gran movilización social para que sean aceptadas. Esto dinamiza los procesos de innovación tecnológica pertinentes.

Se establecen redes de asesoramiento –de ONG, públicas o privadas– para la gestión multifuncional y sostenible de los sistemas productivos, para difusión de tecnologías y para la facilitación del acceso a los recursos por parte de los sistemas productivos agrícolas (especialmente de los más vulnerables).

Los mercados locales atendidos son muy limitados en volumen y alcance global. En realidad los países de la Región se han impuesto trabas comerciales recíprocas. Las cadenas productivas agrícolas son incentivadas a incorporar a los sistemas productivos más vulnerables y a apoyarlos en este esfuerzo; estas cadenas se hacen también más limitadas en su alcance geográfico y esto facilita la inserción de los pequeños productores. Los participantes de estas cadenas trabajan para mejorar los procesos productivos y los productos, siempre con el medio ambiente como referencia.

La persecución de la sostenibilidad ambiental como objetivo prioritario tiene un fuerte resultado en el acceso a los recursos productivos, porque: (a) restringe notablemente el uso de los recursos naturales (por ejemplo, fuentes de agua dulce); (b) necesariamente facilita la obtención de créditos de fomento para, a su vez, facilitar la adquisición de tierras por los agricultores; y (c) exige un fenomenal esfuerzo de capacitación básica en la preparación cultural, científica y tecnológica para llevar a buen puerto la reconversión de los sistemas productivos.

En general, los sistemas productivos proveen a grupos urbanos cercanos y no muy numerosos, porque no tienen la capacidad para garantizar la provisión de alimentos en cantidad y regularidad a los centros urbanos populosos. Las mayores metrópolis de ALC (Ciudad de México, São Paulo, Río de Janeiro, Buenos Aires, Caracas, Santiago, Bogotá) son abandonadas por miles de ciudadanos sin opciones de empleo o alimentos. Muchas personas saquean los hipermercados o comercios urbanos; otras se dirigen a los campos y tratan de alimentarse directamente de algunos cultivos que resistieron a los desastres naturales, especialmente de cultivos alimenticios como arroz, frijoles, maíz, yuca. Esta es otra fuente de pérdida en la agricultura.

#### *3.4.4.1.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

Después de los graves efectos del cambio climático, también ocurre un cambio drástico en los sistemas productivos agrícolas. Muchos de los grandes sistemas de monocultivos de *commodities* no logran sobrevivir esos cambios. Por otra parte, los sistemas productivos más pequeños e integrados logran mantenerse y fortalecerse en el escenario presente. Así, los ricos y los pobres en el medio rural, por lo menos en lo que concierne a los dueños de la tierra, intercambian sus condiciones de riqueza relativa. En muchos casos también cambia la proporción de ricos y pobres. Los más vulnerables –los agricultores de subsistencia, asalariados rurales o las comunidades que producen para su consumo propio, especialmente en ambientes que anteriormente ya estaban sometidos a estreses climáticos (sequías, inundaciones frecuentes, etc.)– son los más afectados por el cambio climático. Muchos dejan sus hogares y buscan refugio en las ciudades, en donde generalmente no hay empleo y alimento para todos.

Por otra parte, los efectos del cambio climático y el fracaso de muchos emprendimientos de gran escala también desplazan a los trabajadores sin especialización, que anteriormente habían estado dedicados, por ejemplo, al cultivo de la caña de azúcar en Brasil, o de la palma aceitera en Ecuador y Colombia.

En relación con la desigualdad de renta, los resultados son heterogéneos. Sin embargo, en los sistemas productivos agrícolas, cuando se consideran los terratenientes pequeños, medianos y grandes, la tenencia de la tierra cambia de manos: muchos propietarios ricos salen del negocio y devienen pobres, mientras que los pequeños propietarios, dedicados a cultivos y sistemas de cultivo de menor impacto ambiental, se fortalecen y crecen. Por otro lado, los trabajadores rurales se quedan en muchos casos sin empleo y necesitan de apoyo para satisfacer sus necesidades básicas. Su situación se suaviza con políticas que les facilitan el acceso a la tierra, el agua, el crédito y el conocimiento. Pero la cuestión de empleo no está totalmente resuelta, porque la fragmentación económica provoca una reducción fuerte en la producción agrícola y en la creación de empleos.

El acceso a la educación básica, a la salud, al empleo, a la vivienda y a alimentos seguros son objetivos perseguidos de un modo heterogéneo por los países de la Región. En relación

a la educación, la salud y la vivienda, los países pioneros del cambio socio-político empiezan a vislumbrar los primeros éxitos hacia el final del período.

El acceso a alimentos en cantidad y regularidad apropiadas en las ciudades se convierte en un problema importante, porque aumenta el número de personas sin acceso a alimentos en cantidad y regularidad suficientes para satisfacer sus necesidades básicas. Ese acceso es aún más difícil para los pobres, porque la oferta reducida de alimentos lleva a un aumento de los precios.

Durante este período la agricultura experimenta un gran cambio de objetivos. Se muda de una orientación enfáticamente productivista hacia una de profunda convicción ambientalista. Se reduce la cantidad de productos químicos (fertilizantes, pesticidas, etc.) aplicados a la agricultura. Se privilegian las prácticas amistosas con el ambiente y la biodiversidad, que si bien no siempre dan como resultado una mayor productividad o un mayor rendimiento (a corto plazo), garantizan la continuada obtención de productos agrícolas en los ecosistemas explotados. También hay más control sobre la calidad sanitaria, que requiere de la ausencia de contaminantes relacionados con las tecnologías de producción. Estas modificaciones de la agricultura provocan que la sostenibilidad ambiental empiece a presentar señales de mejoría al final de este período, después de una profunda crisis durante buena parte de los años anteriores.

#### *3.4.4.2 Período: 2016-2030*

##### *3.4.4.2.1 Contexto de los SCCTA y sistemas de producción agrícola*

Continúan las barreras al comercio internacional, primordialmente las no arancelarias, pero los países acuerdan no imponer restricciones al intercambio de información. Los métodos y procedimientos desarrollados en el período anterior para el rotulado ecológico de los alimentos se perfeccionan y amplían.

Igual que la tendencia del período anterior, la competencia entre países prácticamente deja de existir. Los países producen, prioritariamente y sin grandes excedentes para sus mercados internos. En pocos casos, especialmente aquellos donde se necesita apoyo a un país afligido por desastres naturales o por crisis sociales, hay exportación e importación de alimentos. También ocurre, en algunos pocos casos, una especialización de producción agrícola por país, con base en su tradición, cultura y capacidad agroecológica. Cada vez más los consumidores internos como externos de de ALC valoran los productos con certificaciones de origen y de protección ambiental. Hay también una exigencia creciente de los consumidores en relación con la calidad nutricional y la seguridad de los alimentos.

En algunos países o zonas, las plagas y enfermedades (y las epidemias) se reducen en forma casi permanente, por una mejor gestión socioambiental, el uso de tecnologías apropiadas, la mitigación de la pérdida de la biodiversidad y el mejoramiento del suelo. Los resultados son: (a) el aumento de la producción y comercialización de productos saludables por su mejor calidad y (b) mayor valor agregado en esos productos.



El estado del cambio climático es aún preocupante durante todo el período. Muchos países incentivan la I+D agrícola orientada a la adaptación al cambio climático e implementan sistemas productivos específicamente desarrollados para tal fin. Hay una capacidad más robusta de adaptación y mitigación con respecto al cambio climático.

Se consolida un estado óptimo de gobernanza en la mayor parte de la Región hasta el final de este período. Se prosigue con las políticas de desarrollo agrícola. Se sancionan leyes para limitar el tamaño de las grandes corporaciones, tanto el de las existentes como el de las nuevas que se pudieren constituir por medio de restricciones a las adquisiciones y a las fusiones empresarias. El objeto de esa legislación es garantizar un mejor equilibrio de poder entre los diversos actores sociales.

Parte considerable de los recursos fiscales obtenidos se usa para implementar iniciativas orientadas a diseñar e instalar una nueva sociedad. Muchos países adoptan reglamentaciones relativas a la 'Iniciativa de Regionalización del Comercio Local (Carpenter et al., 2005), lo que permite la cooperación entre empresas transnacionales si incorporan productos locales y cuando la agregación de valor es apropiada por todos los socios.

Estándares y reglamentaciones estrictas en cuanto a la composición, origen e inocuidad ambiental de los alimentos se aplican tanto domésticamente como para erigir barreras comerciales.

La preocupación con el medio ambiente lleva a restringir la participación de biocombustibles en la matriz energética de los países, para evitar la ampliación de la superficie agrícola. En la mitad del período, emergen alternativas como la energía nuclear y la energía solar capturada y potenciada por nano-tubos, como opciones limpias y dominadas para atender a los requerimientos de energía de una población mundial creciente. Se establece un amplio debate acerca de la satisfacción de las necesidades de energía con esas fuentes energéticas alternativas en lugar de hacerlo con biocombustibles y, en este caso, expandir la superficie agrícola.

Prosiguen los procesos y acciones emprendidas en el período precedente para mejorar la educación. Los sistemas educativos locales logran buenos resultados, después de superar problemas relativos al financiamiento y la capacitación de los docentes.

En ALC se consolidan muchas iniciativas de trabajo en cooperación ante la constatación de que la I+D es una actividad cada vez más cara, pero a su vez imprescindible para el desarrollo de los países de la Región. Esas iniciativas incluso contemplan la fundación de instituciones regionales de I+D, con lo que se logra una masa crítica de investigadores y se aumenta la probabilidad de progresos importantes en las nuevas tecnologías (biotecnología y nanotecnología). También así se reducen notablemente los costos operativos.

Hay muchos proyectos compartidos entre países, concebidos para obtener el respaldo científico de esa garantía de producción y provisión de alimentos saludables y de calidad a las poblaciones. La biotecnología y la nanotecnología se utilizan para generar conocimientos

sobre la reacción y la capacidad de resiliencia de los ecosistemas (Carpenter et al., 2005), pero todavía no se comprende cabalmente la interacción entre ellos. Esto se refleja en la poca atención prestada a los impactos derivados de esa interacción, que producen episodios de contaminación de muchos recursos naturales comunes a distintos países. Es decir, no existe la conciencia de que un residuo desechado en un río que atraviesa muchos países va a causar contaminación del agua potable de otras comunidades, por ejemplo.

A partir del final de la década pasada, las comunidades indígenas y locales empiezan a beneficiarse fuertemente con la apropiación de conocimientos formales en las más variadas áreas. Gracias a esto y a que están fuertemente organizadas, obtienen ingresos monetarios de diversos productos derivados de la agricultura o de la biodiversidad.

El fracaso en el cuidado de los recursos comunes (océanos, ríos transfronterizos, la atmósfera, la vida salvaje, etc.) conduce a una valoración del conocimiento tradicional, que es cada vez más sistematizado y tiene sus principios elucidados por científicos de las propias comunidades, que utilizan el conocimiento formal para esa tarea. Estas situaciones tan favorables al conocimiento tradicional no son homogéneas en el mundo ni en ALC.

#### *3.4.4.2.2 Sistemas de CCTA*

La existencia de barreras estimula la I+D relacionada con los sistemas de certificación de origen y rotulación ecológica de los alimentos, las relaciones entre servicios ambientales y cambio climático y las repercusiones recíprocas de éste sobre la agricultura y los ecosistemas. Se profundiza también el interés por los siguientes aspectos: (a) la conservación y la gestión de insectos polinizadores; (b) la prospección y manejo sostenible de plantas; (c) la identificación y estudio de especies exóticas invasoras corrientes y potenciales; (d) el uso de organismos genéticamente modificados y sus repercusiones sobre la agro-biodiversidad; y (e) los impactos de la nanotecnología agrícola sobre la salud humana y el medio ambiente. Una preocupación relevante para la I+D durante este período es el desarrollo de sistemas productivos sostenibles y capaces de producir alimentos en gran escala.

Los sistemas de I+D están orientados a todos los grupos sociales, pero se focalizan de forma especial en los más vulnerables.

El libre intercambio de información y de científicos entre países y la creciente valorización de la ciencia garantiza la capacidad técnica del sistema de I+D en una buena parte de los países de ALC.

La biotecnología y la nanotecnología son disciplinas que participan fuertemente en los proyectos de I+D. Cada vez es mayor la incorporación de conocimiento tradicional.

Aumenta la confianza de la sociedad en la ciencia. Los controles de los actores sociales sobre las actividades de I+D, implementados en el período anterior, se relajan en este período, para que se puedan incorporar avances en las disciplinas básicas y así ayudar a la comprensión y uso amistoso del medio ambiente.

Los recursos disponibles para la I+D siguen siendo suficientes, pero no abundantes. Se cuenta con algunos recursos adicionales provenientes de servicios de acreditación y certificación de productos realizados por algunas instituciones de I+D. Hay dificultades en la obtención de recursos externos para la I+D. Se amplía la participación social en la generación de conocimientos y tecnologías para los sistemas productivos. La coordinación de esfuerzos entre diversos actores con diferentes intereses y la necesidad de foco para programas y proyectos similares son fuentes de elevada ineficiencia en el uso de recursos financieros, de infraestructura y de capacidades.

Al principio de este período, las organizaciones privadas de I+D, mucho más reducidas en tamaño y poder, empiezan a participar más del esfuerzo de I+D, en cooperación con las organizaciones públicas.

La I+D logra avances importantes en la comprensión y gestión de los ecosistemas. Mejoran los servicios ambientales como resultado de la mejor comprensión de su repercusión en el medio ambiente. La eficiencia y la eficacia de la actividad científica han aumentado sensiblemente respecto del período precedente. La eficiencia, porque es necesario racionalizar el uso de recursos escasos; la eficacia, porque el concurso de muchos actores, entre ellos los usuarios, permite la construcción de marcos transdisciplinarios más ajustados a sus necesidades para la definición y obtención de una solución tecnológica.

Por el otro lado, se prolonga el tiempo entre la creación y la ejecución de un proyecto, debido a la aplicación de reglas de participación colectiva en esa ejecución. Hay casos en los que el resultado se demora tanto que ya no es relevante para los usuarios. También hay muchos casos de duplicación de esfuerzos, provocados por el hecho de que los sistemas locales y descentralizados no tienen mecanismos adecuados de comunicación e integración.

El concurso de muchos actores para el desarrollo de conocimientos y tecnologías también es un factor que influye favorablemente en la obtención de tecnologías apropiadas, pero algunas veces éstas no llegan a los sistemas interesados, ya sea por demoras en la obtención o porque la información acerca de su existencia no llega de forma adecuada.

#### *3.4.4.2.3 Sistemas productivos agrícolas*

La incorporación de conocimiento a la agricultura es perseguida activamente por todos los actores que pueden beneficiarse con ella. También los tomadores de decisión se orientan en ese sentido, para reducir los efectos desfavorables de la transición ocurrida en el período anterior y para estimular una mayor producción agrícola. Las políticas con énfasis en el desarrollo sostenible local permiten una mayor incorporación de conocimientos agroecológicos.

Los mercados atendidos son básicamente los domésticos. Se establecen algunos pocos mercados especializados como consecuencia de la progresiva especialización de los países en ciertos productos agrícolas, para los que tienen ventajas comparativas en términos de cultura, tradición, condiciones agroecológicas, entre otros.

La mayoría de los actores de los sistemas de producción vulnerables están fuertemente organizados, como resultado de la descentralización de la planificación del desarrollo rural y el mayor peso en de las propuestas locales. El desarrollo de las organizaciones comunitarias incorpora a las organizaciones sociales promovidas por las cadenas de producción o el cooperativismo en las comunidades.

S dispone de recursos destinados a apoyar la agricultura, con el propósito de protegerla de desastres naturales. Sin embargo, no son recursos abundantes, pues hay muchas demandas sociales que contemplar y no abundan los recursos económicos para ello. Tanto los sistemas productivos agrícolas como las ciudades sufren de acceso limitado al agua, especialmente en las regiones semi-áridas de América Latina (Brasil, México, Argentina, Perú y Colombia) y en la última década del período. Ese acceso reducido desplaza a los agricultores de subsistencia y disminuye la producción agrícola en muchos países.

Los productos y procesos de prácticamente todos los sistemas agrícolas son más sanos y también más amistosos con el medio ambiente. Existen problemas, como en el período anterior, para la obtención de alimentos en cantidad y regularidad necesarias para atender a la totalidad de la población.

#### *3.4.4.2.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

La renta en la agricultura no aumenta mucho, como consecuencia de la dinámica propia de los mercados locales. Las políticas trazadas en los países para disminuir la brecha de la renta agraria en el período anterior se perfeccionan y muestran ya resultados alentadores. Indirectamente la reducción de la brecha de la renta produce el regreso al medio rural de muchos que habían emigrado al medio urbano; así se alivia parcialmente el problema de la disponibilidad de alimentos para los pobres urbanos.

En relación con la educación, la salud y la vivienda, los países mejoran el acceso a esos bienes hacia el final del período. El acceso a empleo es un poco mejor que en el período anterior, porque los sistemas agrícolas adquieren mayor capacidad y experiencia y, por lo tanto, son más eficientes que en el período anterior. Muchos de estos sistemas también logran sostenibilidad económica al final del período.

Se garantizan alimentos sanos para los pobres urbanos que tienen la capacidad de adquirirlos en las ciudades, pero por otra parte no se logra garantizar la provisión total de alimentos en cantidad y regularidad necesarias en este período. El aumento de la población y de la demanda de alimentos provoca conflictos sociales importantes, y lleva a muchos países a incluir en sus Constituciones la garantía de la provisión de alimentos. Esto soluciona sólo parcialmente el problema de la escasez de alimentos, la cual pasa a repartirse democráticamente entre los pobres.

El resultado en términos de sostenibilidad ambiental es que, por un lado, mejora la protección de los ecosistemas en el ámbito local; pero, por el otro, los recursos naturales comunes

compartidos por varios países sufren muchas veces el impacto de gestiones diferentes y a veces negligentes, lo que repercute en las otras sociedades.

### **3.4.5 Jardín tecnológico**

#### 3.4.5.1 Período: 2007-2015

##### *3.4.5.1.1 Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola*

Los gobiernos de varios países europeos comienzan a eliminar los subsidios a la agricultura y las barreras arancelarias, como consecuencia de las presiones de los países agrícolas más pobres sobre la OMC y otras organizaciones internacionales. Esa liberación produce un fuerte flujo de alimentos importados y la consecuente expansión de supermercados en algunos de los países de ALC.

A lo largo de este período, se implementan y fortalecen barreras no-arancelarias de bioseguridad y de protección ambiental, por ejemplo, la certificación de procesos productivos sostenibles en el país de origen de productos agrícolas y de bajo impacto ambiental, como resultado de su uso.

Si por un lado la diversificación de la agricultura, que ocurre inicialmente en los países ricos, lleva a una mayor sostenibilidad ambiental, por otro lado los desanima debido a la producción de alimentos, la cual se desplaza aún más hacia los países más pobres. A su vez estos países más pobres, que ya se dedicaban a la agricultura produciendo *commodities*, ahora se dedican a la producción de productos diferenciados de mayor valor agregado y también empiezan a diversificar su agricultura. Este último movimiento se manifiesta especialmente en los países con mayor biodiversidad, como es el caso de los que comparten el bioma amazónico en la Región.

La libre circulación entre información y personas alrededor del mundo aumenta la diversidad de las demandas de consumidores para la diferenciación de alimentos por sabor, apariencia, tenor nutritivo, propiedades nutraceuticas, salubridad, etc. En muchos países los consumidores requieren de certificación sobre la forma como se ha procesado el alimento (sin agro-tóxicos, sin el aporte de trabajo infantil, sin OGM, sin sufrimiento animal, etc.). A muchos consumidores ahora les es familiar la tradición alimentaria de otras culturas. Esto hace que cada vez más se demanden insumos necesarios para preparar ese tipo de comida étnica en los restaurantes especializados. Las exigencias de trazabilidad también crecen. En ALC la creciente educación de las poblaciones y el aumento en disponibilidad de información sobre alimentos también amplía las exigencias de los consumidores.

A pesar de la implementación de sistemas de producción más controlados, las epidemias en la agricultura aumentan en frecuencia y severidad, y se presenta la emergencia de nuevas plagas, principalmente por los efectos de cambios climáticos. Al inicio del período, hay pocos países en ALC con capacidad para prevención y adaptación a epidemias y plagas; sin embargo, esta capacidad aumenta a lo largo del período como consecuencia de la

abundancia de recursos, de la eficiencia de barreras internacionales de bioseguridad y de mejoras en la gobernanza de los países.

El estado del cambio climático es preocupante durante todo el período. Las sociedades están concientes de las posibles repercusiones del cambio climático sobre los sistemas productivos. Una década de sequías e inundaciones fortalece aún más la preocupación por los efectos de la acción humana sobre el clima y el medio ambiente, lo que aumenta el valor de los servicios ambientales en esos países. Una consecuencia visible de esa valoración es que los procesos productivos agrícolas pasan a ser monitoreados por los consumidores de los países más ricos, que se organizan para solicitar en estos procesos el cumplimiento de estándares y procedimientos de bajo impacto ambiental y para requerir compensaciones a la explotación agrícola, mediante la preservación de forestas, por ejemplo. Esto lleva a regulaciones globales y estrictas para la elaboración e importación de productos derivados de la agricultura.

Muchos países de ALC logran avanzar mucho en su institucionalidad a lo largo de este período. Aunque se alternen gobiernos de distintos colores, en muchos de ellos hay mayor estabilidad y coherencia en las políticas, especialmente en relación con el desarrollo, que ahora se comprende como un fenómeno multi-dimensional (económico, social, político).

En muchos países de América Latina, se ejecutan políticas compensatorias para los pobres al inicio del período. En algunos pocos, tales políticas no se acompañan con políticas de empleo y, por lo tanto, la mejora en la condición social y económica de esos grupos es efímera. Para otros grupos sociales (la mayoría) se logran ejecutar políticas más consistentes, exitosas y duraderas de empleo, educación y salud. Muchos países cuentan con leyes que protegen la inversión en la ciencia e incentivan esta actividad.

Con respecto al medio ambiente, muchos países avanzan en dirección a una institucionalidad que permita la explotación gestionada de los recursos naturales. Esta institucionalidad aplica normas sobre ecosistemas y segmentos de ecosistemas que pueden ser (o no) explotados, y puede incluir otros aspectos como tipos de exploración posible, condiciones para la explotación, etc. La participación en el mercado global conduce al rápido perfeccionamiento de las reglamentaciones y estándares y su consecuente rigurosa imposición para cumplir con patrones de calidad de alimentos.

En algunos países de ALC, se ha avanzado poco en la educación de la población. No obstante, aun en estos casos también se verifica una pequeña mejoría, que continúa la tendencia constatada en la década anterior. En gran parte de los países, afortunadamente, se verifican incrementos notables en la educación, Incluso los actores de sistemas productivos agrícolas más vulnerables tienen una mejoría sensible en su nivel educacional al final de este período.

Al inicio del período aún hay desconfianza en relación con las verdaderas intenciones y usos de la ciencia. Sin embargo, algunos éxitos al final del período producen un renovado

entusiasmo sobre los beneficios de la actividad científica. También se avanza bastante en el mundo y en ALC, para establecer condiciones para la actividad científica, especialmente considerando los grandes dilemas éticos que caracteriza esa actividad en los nuevos tiempos.

La I+D aplicada a la agricultura y en el ámbito global se desarrolla en dos vertientes: una es la comprensión más profunda de las repercusiones de la acción antropogénica sobre los ecosistemas, con la finalidad de sus reducciones; la otra es la valoración precisa de los servicios ambientales, como forma de posibilitar políticas de incentivo al uso diversificado de la tierra (producción agrícola y servicios ambientales). Se realizan grandes esfuerzos para avanzar en los conocimientos de la biología, de la nanotecnología, de la informática y de la integración entre ellas.

Los países ricos, especialmente los de la Comunidad Europea y los Estados Unidos siguen en su ruta de desarrollo científico y tecnológico intensivo orientado a las tecnologías capacitadoras (como la biotecnología, la nanotecnología y las tecnologías de la información). El desarrollo de nuevos productos es un factor crítico en la competencia comercial internacional. En muchas ocasiones, incluso para garantizar la variabilidad genética, las organizaciones de investigación se valen de los recursos de la biodiversidad, que están en manos de los países menos desarrollados, especialmente de ALC.

En la mayoría de estos países, las leyes sobre la biodiversidad son poco eficientes, aun en aquéllos que han ratificado convenciones internacionales pertinentes, como la CBD. Así, se valora poco el conocimiento tradicional, por lo que permanece aislado del conocimiento formal en la mayoría de los casos. La valoración de los servicios ambientales poco a poco cambia ese cuadro.

#### *3.4.5.1.2 Sistemas de CCTA*

La preocupación por el medio ambiente y la sostenibilidad ambiental en la agricultura crece durante todo el período, como consecuencia del aumento de temperatura y de la frecuencia de episodios climáticos extremos en la Región. Por eso las prioridades de I+D en ALC incluyen, como un asunto cuestión altamente relevante, el conocimiento sobre el medio ambiente y sus relaciones con la agricultura. Este aspecto se materializa con una fuerte inversión de recursos para su investigación. Se comienzan también diversos programas de I+D específicamente destinados a la adaptación (reducción de impactos) y a la mitigación (reducción de causas) de los efectos del cambio climático. A la mitad del período, crece también la inversión en investigación destinada a medir y valorar los servicios ambientales y la biodiversidad.

La I+D tiene como prioritarios el desarrollo de procesos para: (a) el control del agregado de nutrientes y de residuos a los suelos de los sistemas productivos; (b) el tratamiento y reciclaje de residuos agropecuarios y agroindustriales; (c) la evaluación precisa de la necesidad de insumos, agua, etc. para el desarrollo vegetal (agricultura de precisión); (d)

garantías de seguridad y de calidad en el procesamiento de alimentos; y (f) creación de variedades y razas adaptadas a condiciones ambientales hostiles. Todos estos procesos son complementarios a los destinados al incremento de la productividad. Los siguientes temas vinculados al medio ambiente y los ecosistemas son prioritarios: (a) la valoración económica de la biodiversidad y de los recursos naturales; (b) la explotación económica sostenible de la biodiversidad; (c) la gestión de los recursos pesqueros; (d) la gestión de la calidad y el uso del agua; y (e) la gestión de los recursos forestales.

En términos de los grupos sociales a los que se orienta la I+D, al final de este período se produce un cambio importante. La I+D ya no se orienta preferentemente hacia los grandes y medianos productores tradicionales, sino que se dirige hacia los consumidores finales: la agroindustria y los formuladores de políticas, en primer lugar, y los comerciantes y agricultores de subsistencia, en último lugar (Castro et al., 2005; Lima et al., 2005). Las comunidades indígenas y los pequeños productores no son relevantes para las organizaciones de I+D al inicio del período, pero esta situación cambia con el tiempo, debido a la creciente interacción entre los investigadores y esas comunidades.

La mayor conciencia de la importancia de la ciencia y de la I+D significa también que los científicos de ALC reciben más recompensas financieras y simbólicas por su trabajo. Ellos trabajan en colaboración estrecha, formando redes de investigación multi-institucionales con científicos de muchos países de ALC y también de países fuera de la Región. Así, se facilita el avance de conocimiento en la propia ALC y la incorporación de conocimiento generado en países de otras regiones del mundo.

En casi todo el período no se tiene en cuenta seriamente al conocimiento tradicional como una fuente de generación de tecnologías por los sistemas formales de ALC. En el 2013, con el impacto del cambio climático sobre ALC, en muchos países se empieza a debatir acerca de la conveniencia de utilizar el conocimiento tradicional para la definición de prácticas de adaptación a los fenómenos climáticos extremos. Poco a poco las comunidades tradicionales pasan a ser vistas, además, como fuentes de conocimientos en relación con los distintos biomas y los servicios ambientales provistos por éstos. Este esfuerzo se circunscribe a algunos pocos países.

Gracias a un crecimiento económico más sostenido, durante este período la mayoría de los países de ALC disponen de recursos financieros para inversiones de largo plazo, como es el caso de la I+D. También cuentan ya con una masa crítica de científicos de reputación internacional en sus áreas. El proceso de gestión y de ejecución de proyectos de I+D es cada vez más profesionalizado; está basado en estudios detallados de futuro y en una planificación de largo plazo. Dicho proceso incluye de forma cada vez más relevante a otros actores interesados en los resultados de la actividad de I+D.

La actividad de investigación y desarrollo es una arena donde compiten y cooperan organizaciones públicas y privadas de I+D. Estos dos sectores cuentan con recursos financieros y talentos necesarios para su buen desempeño. Ellos establecen una división de



trabajo según la cual algunas *commodities* más lucrativas –maíz, tabaco, melón, papa, especies forestales y algodón– así como la mayoría de los productos de mayor valor agregado están a cargo del sector privado y especies como el arroz, el frijol, el café, los cítricos, la vid, la yuca, el mango, la banana y el marañón tienen importancia estratégica para el sector público. Los dos sectores cooperan en algunas áreas de investigación, como es el caso de la soya (Castro et al., 2006).

La investigación en ALC muestra resultados importantes para la agricultura. En las cadenas alimentarias hay avances en la certificación, la trazabilidad y la seguridad alimentaria en general. También hay desarrollos importantes en los biocombustibles. La experiencia exitosa de Brasil con el alcohol como sustituto de la gasolina se emplea como ejemplo para el desarrollo de otras fuentes energéticas de origen agrícola, como es el caso del aceite de palma aceitera, que se emplea como sustituto del diesel también en Brasil y en otros países de ALC.

Como resultado de las fuertes inversiones en relación al medio ambiente, cerca del 2015 se empiezan a resolver las difíciles cuestiones sobre la valoración económica de la biodiversidad y de los recursos naturales en la prestación de servicios ambientales y para la explotación agropecuaria sostenible. También se hacen esfuerzos importantes en relación con la gestión de los recursos forestales y la calidad y uso del agua, que pasa a ser una preocupación después de los efectos del cambio climático observados en el período.

Las tecnologías generadas por la I+D (pública o privada) y por la amplia participación social en el proceso de investigación son apropiadas para los sistemas atendidos por aquéllas. Esas tecnologías también se aproximan al ideal de las tecnologías más apropiadas al desarrollo sostenible, aun para los grupos sociales más vulnerables que no fueron considerados prioritarios al inicio del período.

#### *3.4.5.1.3 Sistemas productivos agrícolas*

La situación creada por las modificaciones extemporáneas del clima estimula la intensa incorporación de conocimientos relevantes a los sistemas productivos agrícolas. Hay una gran variedad regional en cuanto a la forma de incorporar este conocimiento y su naturaleza.

En este escenario la incorporación de conocimiento a la agricultura es un asunto que las empresas productoras materializan capacitando a sus trabajadores en el uso de insumos y técnicas novedosas para mejorar la productividad y sostenibilidad de los sistemas. Las empresas también exigen la implementación y verificación de una serie de prácticas para cumplir con los requisitos del mercado. De forma similar, los actores de los sistemas de producción más chicos se organizan en asociaciones en torno del cumplimiento de cánones de eficiencia, estándares y certificaciones.

Organismos genéticamente modificados se utilizan con mayor frecuencia y por un número creciente de productores en toda ALC. Los costos de la utilización de estas tecnologías disminuyen y, en consecuencia, su uso se difunde por toda Región. Al inicio del período, el

uso de organismos transgénicos que conduce al aumento de la utilización de insumos perjudiciales al medio ambiente (como herbicidas, por ejemplo) provoca conflictos con todos aquellos que defienden la protección ambiental en la Región o fuera de ella.

Algunos casos de contaminación a la mitad del período, en unidades productivas de bio-fármacos, provocan un gran rechazo social de ese tipo de biotecnología. Sin embargo, la introducción de nuevas variedades agrícolas adaptadas a ambientes hostiles y de organismos transgénicos capaces de hacer bio-remediación (por ejemplo, de contaminación del suelo por sustancias tóxicas) o de evitar la erosión del suelo conduce a la difusión de los organismos transgénicos y su aceptación por parte de las sociedades de ALC y sus mercados.

Los grandes sistemas productivos, altamente tecnificados, destinan su producción para los mercados externo e interno. Esos sistemas son parte integral de grandes cadenas productivas, con elevado grado de coordinación y conocimiento profundo de los mercados atendidos y de las demandas de los consumidores. La mayoría de los pequeños agricultores y también algunos grupos que en el inicio del período practicaban la agricultura de subsistencia logran insertarse en algunas de esas cadenas o participan de algunos nichos de mercado, con la producción de productos destinados a públicos muy reducidos, por ejemplo, la demanda de carne de rana. Se reduce fuertemente el número de productores de subsistencia.

Desde el mismo comienzo del escenario, se asignan abundantes recursos para estimular y difundir la incorporación de conocimientos a los sistemas productivos agrícolas. Los sistemas productivos, en sus aspectos de eficiencia económica y calidad de los productos, reciben un fuerte aporte de recursos, sobre todo créditos y conocimientos antes que tierra. La meta es aumentar la productividad de los sistemas productivos agrícolas. Por otra parte, algunos de estos sistemas también se dedican a algún o algunos servicios ambientales, que en muchos países de ALC son incentivados ya al final del período.

Por influencia del cambio climático, algunas regiones empiezan a presentar problemas con la adquisición de agua en cantidad y regularidad adecuada para el buen desempeño de sus sistemas productivos.

Los grandes sistemas productivos que emplean métodos modernos de producción y de gestión, logran actuar con gran eficiencia y elevada calidad en los productos y procesos; así logran también mayor competitividad. Hay una incorporación elevada de conocimiento y tecnología a esos productos y procesos. Aunque el mercado externo aún prefiera *commodities* a productos diferenciados, éstos se dejan para el amplio mercado interno de ALC. Esta situación sólo se modifica al final de período, cuando algunos mercados desarrollados importantes pasan a importar una proporción mayor de productos diferenciados de ALC.

Los sistemas productivos de los pequeños agricultores se insertan como proveedores de insumos en grandes cadenas coordinadas por corporaciones privadas (nacionales o transnacionales) o como productores de materia-prima de otras cadenas (es decir, como un componente independiente, que no es coordinado por otro). Estos sistemas pequeños se dedican a producir *commodities* o pocos productos diferenciados.

La mayoría de los sistemas productivos independientes, pero insertados en cadenas productivas, en general también son exitosos. Sin embargo, esto no sucede en situaciones en que factores imprevistos –aumento de temperatura, desastres naturales, epidemias– amenazan el desempeño de esos sistemas.

#### *3.4.5.1.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

El desempeño de las actividades productivas particularmente en cuanto a la eficiencia económica comienza a mostrar un efecto positivo sobre la desigualdad de la renta. La necesidad de mejorar sustancialmente la calidad de los productos y servicios así como prestar atención a las consecuencias ambientales de ellos mejora los precios de mercado.

En este período hay un incremento importante en los indicadores de mayor igualdad social: mejora el acceso a la educación, al empleo, a la salud y a la seguridad alimentaria. En unos pocos países de ALC esos avances son más limitados.

Se verifican cambios positivos en los indicadores de seguridad y seguridad alimentaria urbana debido a lo siguiente: se perfeccionan notablemente los procesos de comprensión y monitoreo en la manipulación, embalaje y procesamiento de alimentos; y la incorporación de características de adaptabilidad ambiental en muchas variedades y razas produce un aumento de la disponibilidad de alimentos y, en consecuencia, una reducción de sus precios para los consumidores urbanos.

En el comienzo del período, la agricultura de los países ricos y pobres está basada fuertemente en la explotación de los ecosistemas, para producir alimentos procesados o materias primas; es decir, los productos generados son *commodities* o productos diferenciados, siempre derivados de la acción humana sobre la naturaleza. Poco a poco, primero los países europeos y después Estados Unidos, la agricultura mundial se diversifica y pasa a incluir servicios ambientales como una de sus funciones. Estos servicios comprenden desde la protección de fuentes de agua, el secuestro de carbono, la protección de hábitat para polinizadores (como pájaros y abejas) y la reducción de la contaminación generada en la agricultura, hasta la simple conservación de especies vegetales y animales. Como resultado, mejoran los indicadores de sostenibilidad ambiental en la agricultura.

#### *3.4.5.2 Período: 2016-2030*

##### *3.4.5.2.1 Contexto de los sistemas de CCTA y de producción agrícola*

Se consolidan los mercados globales libres. Las barreras de bioseguridad y de protección ambiental se fortalecen aún más.

La competencia por mercados se da prioritariamente en la diferenciación de productos obtenida de la incorporación de tecnologías amigables al medio ambiente. ALC aumenta su participación en esos mercados. En todo el mundo aumenta el precio que los consumidores se disponen a pagar por productos vinculados de alguna forma con iniciativas de protección ambiental. Así, la certificación de que los productos se desarrollan en organizaciones que prestan algún servicio ambiental constituye un valor agregado del producto.

ALC aún participa de los mercados de *commodities* especialmente alimentarias, de los cuales los países ricos son grandes importadores, ya que en algunos de estos la agricultura ha desaparecido. En esos países, cuando es necesario se sigue usando la materia prima producida por países menos desarrollados para diseñar nuevos productos por manipulación química y/o molecular.

Los consumidores de todo el mundo, incluso los de ALC, están alertas para prevenir cualquier amenaza al medio ambiente, porque algunos desastres naturales muy notables, ocurridos cerca de la mitad del período, causan estragos en varias regiones del globo. Por esto los consumidores valoran cualquier producto hecho con recaudos hacia la conservación del medio ambiente y los ecosistemas, ya sea en los procedimientos de producción adoptados o porque los sistemas productivos también ofrecen servicios ambientales. Los consumidores también demandan nuevos y originales tipos de alimentos, además de que están atentos a cuestiones relativas a la salud y a la contaminación; en este último caso, están pendientes de aquellos procedimientos derivados de novedosas manipulaciones genético-moleculares.

Gracias a la implementación de tecnologías de prevención y monitoreo y a prácticas más sostenibles, las epidemias causadas por agentes conocidos están más controladas, con tiempos más largos entre brotes sucesivos. Sin embargo, las epidemias causadas por agentes desconocidos son particularmente intensas y difíciles de controlar, pero en general la capacidad de desarrollo tecnológico permite una solución rápida también para esas plagas.

El estado del cambio climático es preocupante hasta casi la finalización del período, cuando la tasa de incremento de la temperatura comienza a decrecer. Esta reversión es la consecuencia de un gran desarrollo de tecnologías sostenibles, intensivamente utilizadas por los sectores productivos de los países.

En la mayoría de los países la gobernanza es casi óptima, con estabilidad de rumbos y consistencia entre políticas, independientemente de los colores de los gobiernos.

La preocupación por los servicios ambientales, el medio ambiente y su protección lleva a muchos países a dictar leyes para garantizar un retorno económico a los que comprobadamente actúan para que el país y el mundo continúen recibiendo un servicio ambiental determinado. Estas leyes, además de la protección ambiental, aseguran trabajo a muchos desempleados, quienes de otro modo se desplazarían hacia las ciudades.

Los gobiernos de ALC, al observar esta consecuencia imprevista de sus políticas de protección ambiental, implementan leyes para destinar tierras con el único propósito de preservar el ambiente y los ecosistemas. Estas tierras propiedad del Estado se ponen bajo la administración de gerentes seleccionados entre los más pobres, con base en propuestas que estos gerentes hacen para la gestión sostenible de esas propiedades.

En ALC hay políticas para incentivar las actividades turísticas que prometen una vuelta a la naturaleza, con fincas que funcionan de la misma manera que a mediados del siglo XX y que son como grandes parques de entretenimiento, donde el turista interactúa con personas y no con máquinas. Las actividades destinadas a la contemplación del arte o al cultivo de la estética corporal también se estimulan fuertemente, como medio idóneo para evitar el deterioro de la salud o disminuir la tasa de mortalidad.

Las inversiones en I+D tienen su retorno económico garantizado tanto por políticas sostenibles de protección del conocimiento como por una buena gestión de estas políticas. Se garantiza y valora cada vez más la educación, la cual ofrecida en parte por el Estado y en parte por las corporaciones, que emplean profesionales altamente calificados. Éstos deben completar especializaciones cada vez más complejas, para lograr el patrón de desempeño exigido por sistemas más intensivos en cuanto a la aplicación de conocimientos.

Se completa el perfeccionamiento de las reglamentaciones y estándares y su consecuente exigencia de cumplimiento.

Crece el desempleo debido a la intensa incorporación de tecnología en todas las actividades. Por otra parte, este crecimiento es compensado, en alguna medida, por las políticas de incentivo a nuevas actividades económicas. Las grandes propiedades se gravan con impuestos elevados, para que los gobiernos cuenten con recursos para establecer y mantener un seguro de desempleo para los desocupados en un mundo tan tecnificado. Hay también incentivos para que las corporaciones en general no se desprendan de sus empleados a causa de la incorporación o modificación de la tecnología.

La I+D provee las bases para la valoración de los servicios ambientales a partir de investigaciones que congregan a las biotecnología y nanotecnología. Los institutos públicos de algunos países de ALC colaboran con esta investigación.

Hay enormes avances en casi todas las áreas de aplicación de la biología: producción animal y vegetal, procesamiento de alimentos de calidad y salubridad, bio-fábricas de materias primas industriales, el medio ambiente, la producción y utilización de la biomasa y nuevos productos no alimentarios. También se muestran avances en la nanotecnología: monitoreo y terapias animal y vegetal, monitoreo del procesamiento de alimentos, detección de patógenos, virus, OGM en materias primas y procesadas, sistemas de preservación de identidad, sistemas de monitoreo y tratamiento ambiental.

La biotecnología, la nanotecnología y la ciencia del suelo se integran y producen resultados espectaculares en el ámbito de la remediación ambiental.

Mediante manipulación génica para la agricultura, se desarrollan variedades y razas adaptadas a condiciones ambientales hostiles, por ejemplo: resistencia a la sequía y salinidad en los vegetales. Estos son algunos avances en ALC.

La preocupación por la manutención de los servicios ambientales, cada vez más aguda en todos los países, hace que poco a poco se considere más valioso el conocimiento tradicional y local. Para garantizar mejor la continuidad de esos servicios, se rescatan muchas prácticas de las comunidades indígenas y tradicionales, de cuyos conocimientos se logran obtener beneficios económicos, porque hay leyes consolidadas que los garantizan.

La conservación de la biodiversidad en sí misma se considera también un servicio ambiental, por ejemplo, la preservación de las cuencas hídricas y la reducción de la contaminación ambiental. Es un hecho definitivamente constatado la importancia de la convivencia de distintas especies vegetales y animales para la preservación de muchos ecosistemas. En varios países de ALC, el conocimiento tradicional también es relevante sobre todo por su interacción con la ciencia formal, para la comprensión creciente de la biodiversidad y sus usos.

Los enormes avances de la ciencia ponen de nuevo en evidencia los temores de parte de la población mundial sobre los límites éticos de la actividad científica y de la innovación tecnológica. La innovación en materia de productos y procesos genera un debate entre diversos grupos sociales acerca del destino que le espera a la naturaleza, tal como fue conocida y apreciada. Los avances de la ciencia y sus aplicaciones también traen problemas más prácticos, porque la novísima tecnología es casi totalmente autónoma y ya no es necesario el concurso de tanta mano de obra como antes, especialmente de la menos calificada. (En este período, sin embargo, la calificación promedio es elevada y corresponde al nivel de educación secundaria). Así hay presión social para reducir el ritmo de desarrollo de la ciencia y ALC no es excepción.

#### *3.4.5.2.2 Sistemas de CCTA*

Las prioridades para la I+D en ALC son: (a) la aplicación de los avances recientes en la valoración de servicios ambientales, para la definición de protocolos que permitan la protección ambiental como una actividad complementaria a la agricultura; (b) la aplicación de la biología avanzada y de la nanotecnología a la producción de alimentos y de nuevos materiales, que pueden ser utilizados en muchas áreas productivas (salud, farmacéutica, agrícola, industria, etc.); (c) el uso de microorganismos para la remediación ambiental y (d) el perfeccionamiento de sistemas nano para monitoreo de enfermedades y para la aplicación de terapias a grupos animales o vegetales, sistemas de preservación de identidad y de trazabilidad y para monitoreo y recuperación ambiental. También es una prioridad el desarrollo de alternativas tecnológicas que permitan la continuidad de la agricultura aun bajo el impacto del cambio climático y que prevengan incrementos en la frecuencia e intensidad de esos impactos mediante la reducción de los factores los ocasionan.

Todos los grupos sociales son focalizados por la I+D en ALC.

Aumenta día a día la capacidad de los profesionales de la ciencia y de la tecnología en ALC, como consecuencia de su participación cotidiana en el desarrollo mundial de la ciencia y de la tecnología, mediante publicaciones, concurrencia a congresos, proyectos conjuntos. No hay prácticamente lapsos prolongados entre el avance en un área del conocimiento y su aplicación a actividades productivas.

Hay un fuerte impulso para efectuar la sistematización del conocimiento tradicional, que es masivamente explorado por la ciencia formal al amparo de leyes o acuerdos nacionales, regionales e internacionales, que garantizan los derechos de las poblaciones tradicionales/indígenas y la interacción armoniosa entre esas dos formas de conocimiento. Esta interacción es fuertemente impulsada por la preocupación común con el medio ambiente.

Toda la actividad productiva y económica depende del avance continuado de la I+D. Por esto gobiernos y corporaciones consideran prioritaria la inversión en conocimiento y tecnología. Hay recursos abundantes para esta finalidad. La gestión de I+D se considera un factor estratégico de competitividad para las compañías que desarrollan tecnología agrícola. Esto es así porque cada vez es más breve el tiempo que transcurre entre la concepción de un nuevo producto y su entrega al mercado.

Se da mayor participación social en el proceso de investigación, ya que las organizaciones privadas de I+D se sienten cada vez más presionadas por una opinión pública preocupada por su poder. Esta participación se da preponderantemente en los procesos de gestión, pero es limitada por el propio conocimiento especializado requerido, cuando se trata de proyectos de desarrollo tecnológico.

Las organizaciones públicas y privadas aún trabajan en cooperación, pero cada vez es mayor el papel de las empresas privadas en la I+D. En términos de productos y servicios desarrollados, esto significa que ahora hay pocas especies (vegetales y animales) por las que el sector privado no tiene interés (y que son dejadas para la investigación pública). También aumenta el interés privado por la ciencia básica, por su capacidad de generación de conocimientos que sirvan de base para futuras aplicaciones prácticas. Existe una cantidad muy elevada de especies vegetales y animales con sus genomas secuenciados. Las genéticas funcional y estructural también muestran grandes avances en la comprensión de las funciones génicas. Estos avances se lograron en gran medida gracias a la cooperación entre la ciencia pública y la privada.

La investigación es más eficaz; es decir, tiene la capacidad de generar los productos o servicios novedosos demandados por novedosos problemas en los sistemas productivos, en los ecosistemas y en sus interfases en lapsos breves. Sin embargo, la abundancia de recursos hace que se pierda la preocupación por la eficiencia de la I+D, la cual es una

actividad cada vez más cara, aun en situaciones que permitirían el uso más racional de los recursos para la obtención de un resultado determinado.

Los productos y servicios que se obtienen de la I+D ahora son prácticamente problemas-específicos o demandas-específicas, porque están diseñados para solucionar un problema o demanda de un grupo social. Este portafolio ampliado de productos y servicios es también una de las causas de la baja eficiencia de la actividad de I+D en ciertas circunstancias.

Se observa una fuerte mejoría en la comprensión de los sistemas sociales, económicos, biológicos y ecológicos. Las tecnologías están cada vez más adaptadas a los sistemas donde deben ser aplicadas. Esta adecuación todavía no es total. Periódicamente surgen nuevos problemas en esos sistemas, como resultado de interacciones imprevistas de las nuevas tecnologías y sus repercusiones con las propiedades emergentes de esos sistemas.

#### *3.4.5.2.3 Sistemas productivos agrícolas*

Durante todo el período se ha dado una intensa incorporación de conocimientos nuevos a los sistemas productivos. Diversas acciones en otras actividades humanas se traducen en una fuerte mitigación del cambio climático. Modificaciones tecnológicas pertinentes, introducidas en los sistemas productivos, coadyuvan a esa mitigación. También hay fuertes avances en la adaptación a los impactos del cambio climático.

En este escenario las empresas gestionan la incorporación de conocimiento a la agricultura mediante la capacitación de sus trabajadores en el uso de insumos y técnicas nuevas, para mejorar la productividad y la sostenibilidad de los sistemas. Las empresas también exigen de sus empleados la implementación y verificación de una serie de prácticas para cumplir con requisitos del mercado. Los trabajadores de las empresas o los socios son obligados a incorporar un conjunto de conocimientos complejos asociados con los estándares para los productos y para los procesos de producción.

Los grandes sistemas productivos, altamente tecnificados, destinan su producción para los mercados externo e interno. Esos sistemas forman parte de grandes cadenas productivas, con elevado grado de coordinación y conocimiento profundo de los mercados atendidos y de las demandas de los consumidores que influyen sobre esos mercados. Los procesadores de productos agrícolas básicos participan como proveedores de materia prima pre-elaborada (es decir, que recibe alguna forma de procesamiento luego de la producción primaria) para esas grandes cadenas productivas. Prácticamente todos los sistemas incluyen nuevas actividades diferentes de las agrícolas –como la prestación de servicios ambientales, emprendimientos turísticos o casas de reposo integradas a las actividades de base agrícola– y atienden los mercados internos y externos.

Los grandes sistemas productivos y los productores independientes están bien organizados en defensa de sus intereses, con un elevado soporte profesional.

La mayoría de los productores independientes logran insertarse en cadenas y mercados, pero aún hay desplazamiento de pequeños productores hacia las ciudades.



Se mantienen las políticas de abundancia de recursos disponibles para la incorporación de conocimientos a los sistemas productivos. La Región tiende a uniformarse en cuanto a su empeño tecnológico, que casi logra un nivel de abundancia de recursos. Los problemas con el acceso al agua se resuelven por medio de nuevas tecnologías de re-aprovechamiento de aguas servidas y por desalinización de aguas salobres. El recurso tierra, así como la protección ambiental, están asegurados con la utilización exitosa de ambientes degradados o de aquellos que en el pasado se consideraron hostiles para vivir.

Los grandes sistemas productivos, que emplean métodos modernos de producción y de gestión, logran actuar con gran eficiencia y elevada calidad de productos y procesos y así adquieren gran capacidad para competir en los mercados. Hay una incorporación elevada de conocimiento y tecnología a estos productos y procesos, lo que genera un sinnúmero de productos diferenciados.

Los sistemas productivos de menor envergadura (ya no hay “pequeños productores”) participan como proveedores de materia prima pre-elaborada para las grandes cadenas productivas. La gran mayoría de los sistemas productivos son, en general, exitosos.

#### *3.4.5.2.4 Resultados de las interacciones entre los sistemas*

Cuando se analizan solamente las actividades productivas de base agrícola, se puede decir que la desigualdad de la renta se redujo fuertemente en el período, como consecuencia de la inserción de muchos productores que se consideraban pequeños en el período anterior, a cadenas productivas poderosas y transnacionales. Así todos los grupos sociales que participan de esta actividad obtienen rentas más elevadas. Por otro lado, los asalariados que trabajaban en el campo cuando éste no era totalmente tecnificado, pierden su empleo y migran hacia las ciudades, que ahora se enfrentan a una mayor demanda de alimentos y servicios básicos.

El acceso a la educación, la salud, la vivienda y la seguridad alimentaria es garantizado por los gobiernos mediante diversas vías. El empleo, por otra parte, no está garantizado, aunque la diversificación de la agricultura ha contribuido a su aumento y los gobiernos han implementado fuertes mecanismos para crear mercados alternativos de trabajo y de compensación para los desempleados.

La seguridad alimentaria urbana está respaldada por alimentos abundantes, baratos, diversificados y con elevada calidad sanitaria.

La sostenibilidad de los sistemas productivos agrícolas crece gradualmente durante todo el período, como consecuencia de la aplicación de tecnologías más sostenibles, pero también porque la agricultura posee otro paradigma, en el que al lado de los sistemas productivos convencionales se encuentra casi siempre la prestación de servicios ambientales. Otra razón importante para esa creciente (aunque incompleta) sostenibilidad es el uso de estándares y procedimientos reglamentarios en los países tecnificados de la Región. Se presentan

también casos aislados en los que emergen nuevos problemas ambientales, como resultado de soluciones tecnológicas para los problemas anteriormente existentes.

### **3.5 Implicaciones de los Escenarios para Políticas de Innovación y Desarrollo**

Este capítulo tuvo por objetivo contribuir para contestar la pregunta:

¿Cómo se puede reducir el hambre y la pobreza, mejorar el sustento rural y facilitar el desarrollo justo y ambiental, social y económicamente sostenible, por medio de la generación, acceso y uso de CCTA?

En lo que se refiere específicamente a ALC, a partir de las alternativas de futuro para el desarrollo de la Región, es posible proponer recomendaciones (no prescriptivas) para que la ciencia y la tecnología puedan ofrecer la mejor contribución posible.

Los cinco escenarios construidos para responder a la anterior pregunta indican que el CCTA puede contribuir a los cambios propuestos, según cada escenario alternativo considerado.

Los escenarios también dejan claro que esta contribución será más probable y estará más facilitada en situaciones en las que otras condiciones –de naturaleza política, económica y social– también estén presentes. En cada escenario, las influencias directas de estas condiciones (y las interacciones entre ellas) van a dirigir la acción de los sistemas formales de CCTA, la incorporación de conocimiento tradicional y su contribución al desarrollo sostenible, como está propuesto en la pregunta que generó esta evaluación crítica (IAASTD).

En el escenario *sinfonía global* (SG), existe una sociedad con abundancia de recursos, orientada por las leyes del mercado, altamente conectada entre sí, pero poco preocupada (sino reactivamente) con el impacto de las acciones humanas sobre el medio ambiente. Los sistemas formales de CCTA se caracterizan por la generación desenfrenada de nuevos productos y cada vez incorporan más tecnología para atender a demandas cada vez más sofisticadas. Hay muy poca –casi nula– incorporación de conocimiento tradicional. Como consecuencia de la alta incorporación tecnológica, hay problemas de desempleo. Debido a la explotación sin cuidado de los recursos naturales, los impactos de la acción antropogénica aumentan, con efectos en general muy negativos para la agricultura y para la vida humana.

En el escenario *orden impuesto* (OI), existe una sociedad fragmentada, con una gran desconfianza de los países ricos (y, en general, desarrollados) en relación con los países pobres (en general, no desarrollados), donde imperan condiciones muy restrictivas de gobierno y de políticas adecuadas en ALC. Se manifiesta una fuerte tendencia hacia la explotación agresiva de los recursos naturales de los países pobres por parte de los países más ricos. La Región pierde incluso la capacidad de generación tecnológica autónoma y pasa a una dependencia creciente de otras regiones. La incorporación de conocimiento tradicional, en este escenario, es solamente periférica y marginal. Como consecuencia, ALC

se convierte en un mero proveedor de insumos para los países ricos. Existe una enorme crisis social y económica y el medio ambiente es sometido a impactos sin precedentes.

*La vida como ella es*, presenta un mundo de integración entre los países, pero no mucha; en el que los rumbos son definidos por el mercado, pero no totalmente; en el que persiste una división entre los países, pero que aún se puede imaginar qué va a cambiar a largo plazo; en el que existe una perspectiva proactiva y reactiva con respecto a la interacción hombre-naturaleza. Es decir, es un mundo plural, en el que ninguna de las variables consideradas predomina. En estas condiciones, el sistema de CCTA también presenta resultados intermedios (aunque positivos, especialmente para el desarrollo social y la sostenibilidad ambiental), para cualquiera de los grandes objetivos de desarrollo sostenible mencionados en la pregunta inicial que en el capítulo se intenta contestar. La incorporación de conocimiento tradicional mejora hacia el final del escenario.

El *mosaico adaptativo* (MA) es un mundo en el que ocurre un inmenso cambio institucional: asimetrías de poder entre los actores sociales, paradigmas para la exploración de recursos naturales, formas de generación de acuerdos socio-políticos, distribución de riqueza entre los segmentos sociales; pero todos estos elementos esenciales para la vida social y económica son transformados. Es también un mundo fragmentado (como en *orden impuesto*) pero esta fragmentación no está orientada hacia la dominación de un fragmento (o Región o cuenca) sobre otros. Cada fragmento busca formas propias y locales de lidiar con el medio ambiente, para reducir los impactos sobre él. Toda esta transformación genera grandes crisis y dificultades –incluso de seguridad alimentaria urbana– en este escenario. Hay también duplicación de esfuerzos (en muchos fragmentos, baja capacidad de aprendizaje por imitación, retraso en las soluciones); pero también mejoran algunos indicadores, especialmente en relación con el impacto sobre el medio ambiente. En este escenario, los sistemas formales de CCTA inicialmente se ven con desconfianza, pero su contribución es claramente relevante para los objetivos que los grupos sociales persiguen, y esa desconfianza disminuye al final del período. El apoderamiento de todos los grupos sociales más vulnerables hace que el conocimiento tradicional sea muy valorado y utilizado en el mundo de *mosaico adaptativo*.

El *jardín tecnológico* (JT) se caracteriza por una elevada conexión entre países, por una fuerte preocupación por el medio ambiente –con una perspectiva pro-activa para evitar impactos ambientales– y también por transformaciones en el concepto de agricultura (que pasa a incluir la protección de los servicios ambientales). Los problemas ambientales se solucionan y previenen por medio de una alta incorporación tecnológica. Sin embargo, también hay, como en *mosaico adaptativo*, una preocupación por mejorar la calidad de vida de todos los segmentos sociales y la CCTA institucionaliza esta preocupación en su praxis. De esta manera, las tecnologías generadas son apropiadas a los distintos grupos sociales y a las diferentes condiciones ambientales. El conocimiento tradicional se valora, se utiliza y sistematiza mucho en este escenario. Hay, en consecuencia, mejoría en muchos indicadores

de desarrollo sostenible, aunque en este mundo nunca se llegue a una solución óptima para la cuestión ambiental.

¿Que implicaciones tienen estos escenarios para políticas de CCTA y de soporte al desarrollo sostenible, que pudieran prevenir las situaciones negativas que se esbozan en ellos y que permiten vislumbrar para facilitar y aprovechar interacciones favorables al desarrollo sostenible?

En la sección siguiente se presentan, de forma breve, las implicaciones en cada escenario para políticas de innovación y para políticas de desarrollo social de soporte a los grupos sociales vulnerables. Es importante destacar que, aunque se utilice el tiempo verbal del presente para hacer las descripciones en cada escenario, estas no son predicciones, sino más bien situaciones posibles en el futuro.

Las implicaciones para políticas se elaboraron tomando en consideración los distintos escenarios, pero también la situación actual de vulnerabilidad (en cada país) en relación con las diversas variables que están involucradas en ellos. Esta situación se expuso al inicio de los escenarios, en el Cuadro 3.3. La lógica utilizada es que, aunque no se pueda afirmar con precisión que los países con mayor vulnerabilidad hoy estarán con el mismo grado de vulnerabilidad en el futuro, esta comparación permite indicar cuáles países tendrán mayor o menor probabilidad de superación de riesgos o de aprovechamiento de oportunidades futuras.

### **3.5.1 Sinfonía global**

#### 3.5.1.1 Implicaciones para políticas de innovación

La inexistencia de barreras podría generar una reducción de los precios de los productos, con lo cual la eficiencia productiva sería muy importante en este escenario; pero la competencia se daría también por diferenciación de calidad. El escenario indica una gran diversificación en las exigencias de los consumidores finales, quienes como las grandes corporaciones que gobiernan el escenario muestran (en general) poca preocupación por el medio ambiente.

Es un escenario de inmensa competencia entre países, con base en el desarrollo constante de nuevos productos diferenciados por incorporación de tecnología. De un lado, trae riesgos incluso para los países con mayor capacidad actual de generación de conocimiento –como es el caso de Brasil, Argentina, Chile, México– porque esta generación se presenta cada vez más alejada de los países más desarrollados, especialmente en términos de inversión de recursos en nuevas tecnologías. La demanda por diferenciación de productos no puede ser atendida en el nivel que el escenario especifica, por la capacidad actual de los países en ALC. Mantener esa capacidad en los niveles requeridos, les demandaría una fuerte inversión en I+D. Para los países que hoy tienen esta capacidad de generación de conocimiento muy reducida, sería importante hacer un esfuerzo para lograr autonomía en la generación de conocimientos y tecnología en este escenario.

También habría mayor riesgo de epidemias, de efectos relevantes del cambio climático y de impactos sobre la sostenibilidad ambiental, cuando se compara este escenario con el escenario tendencial (*La Vida como Ella Es*), por las razones expuestas a continuación.

En relación con las epidemias, son más vulnerables los países de América Central y del Caribe (cuando se considera su capacidad actual de prevención de plagas ya conocidas y otras nuevas). Éstas pueden causar daños a la agricultura y a la salud humana, con pérdidas importantes. La agenda de investigación debe incorporar el desarrollo de tecnologías para la prevención, adaptación, convivencia y eliminación de las epidemias.

Se deben diseñar políticas que garanticen la incorporación de la cuestión ambiental en la agenda de investigación para la Región, especialmente para los países mega-diversos (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y Venezuela). También se deben establecer mecanismos para la información y concienciación de los consumidores finales sobre los riesgos al medio ambiente que el escenario presupone.

Las exigencias de calidad en los alimentos, trazabilidad e inocuidad significan costos posiblemente insostenibles para que los pequeños emprendimientos puedan sostenerse económicamente. Por ello es importante construir políticas y estrategias para garantizar acceso a tecnologías de bajo costo, que les permitan cumplir con tales exigencias.

#### 3.5.1.2 Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible

*Sinfonía global* describe un mundo en que el conocimiento y su constante acumulación es el factor de desarrollo. Esto significa un riesgo para las poblaciones más vulnerables de los países más pobres de la Región, que sean importadores de alimentos y productos agrícolas y/o que presenten hoy capacidad más baja para una oferta educativa de calidad.

Por ello serían extremadamente relevantes políticas para reducir la vulnerabilidad de estos países y sus pueblos, en el sentido de reducir su dependencia, especialmente en relación con alimentos. Una alternativa de corto plazo y menos indicada sería garantizar la seguridad alimentaria en los países que presentan mayor vulnerabilidad (los actuales importadores de alimentos).

Otro mecanismo para reducir los riesgos sería el esfuerzo para garantizar una educación de calidad a esos pueblos de forma consistente y duradera. Es importante destacar también que este esfuerzo sería facilitado en el mundo descrito por el escenario, en el que la educación (y el conocimiento) es la base del modelo de desarrollo.

Se produciría una importante migración rural, que incrementaría la pobreza urbana. Se requeriría de la implementación de políticas compensatorias de ese fenómeno, principalmente en los países más pobres.

### **3.5.2 Orden Impuesto**

#### 3.5.2.1 Implicaciones para políticas de innovación

En este escenario, el elemento principal es la existencia de barreras y la división entre grupos de países. Esta división provoca un aumento en todas las formas de vulnerabilidad que caracterizan hoy a los países de ALC.

En un escenario de recursos escasos como éste, la agenda de I+D está orientada a la eficiencia y gobernada por la lógica de los negocios, así como también por la inocuidad de *commodities*. La generación de tecnologías, para no desaparecer en este escenario, debe buscar formas creativas, no solamente en cuanto a la ejecución, sino también para lograr las condiciones (como recursos financieros y capacidades) para su realización.

Ante el debilitamiento de la I+D en el sector público, se necesitan políticas para su mantención/reestructuración adecuada, a fin de generar capacidades de acuerdo con las demandas del contexto nacional e internacional. Esto será válido incluso para los países que hoy poseen la mayor capacidad de generación tecnológica (Argentina, Brasil, Chile, México).

En los países más pobres se requieren políticas de innovación y la articulación de la investigación con los servicios de extensión y transferencia de tecnología, que permitan la generación, adaptación y adopción de tecnologías apropiadas por los sectores más vulnerables.

En el caso del sistema de transferencia y extensión, además de un mayor financiamiento se necesita su reestructuración (capacidades, infraestructuras, modos y focos de acción). En este escenario, actualmente ese sistema se encuentra muy debilitado en la mayoría de los países. Hasta los pocos que más invierten en esas actividades (Cuba, Brasil, Paraguay e Perú) necesitarán de algún soporte para mantenerse eficientes.

La agenda de investigación para un sistema debilitado de I+D en el que se diversifican las demandas y se profundizan los problemas, indica la necesidad de un fuerte esfuerzo para la priorización en la asignación de recursos escasos. Las epidemias, los impactos del cambio climático y la seguridad alimentaria estarán compitiendo por esos recursos. Esto significa que la I+D debe recibir y realizar indicaciones estratégicas fuertes, precisas e inductoras sobre las áreas de investigación por seguir.

#### 3.5.2.2 Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible

En este escenario, las restricciones al comercio internacional constituyen uno de los principales factores que determinan el fuerte deterioro de casi todas las condiciones en ALC. Por esto, son necesarias políticas para reducción de barreras para la agricultura latinoamericana. En el nivel mundial, políticas de convivencia multilateral serían importantes, como forma de evitar un escenario tan desfavorable, especialmente para los países más vulnerables.

La división entre países y regiones en este escenario hace que la cooperación regional sea necesaria para superar las debilidades intra-regionales (por ejemplo, en capacidades e infraestructura). En consecuencia, debe recibir la debida atención y prioridad por parte de los gobiernos.

Ante un mayor riesgo de epidemias, de efectos relevantes del cambio climático y de deterioro de la sostenibilidad ambiental, también se necesitan políticas especiales que permitan la capacitación y la ayuda a los grupos más vulnerables, para superar las debilidades indicadas por el escenario. Esos perjuicios llegarían de forma más fuerte los países de América Central y el Caribe. Habría pérdidas también en los países de América del Sur en función del cambio climático.

En relación con la seguridad alimentaria, muy comprometida en este escenario (en prácticamente todos los países), los países importadores de alimentos tendrían la alternativa de planificar y ejecutar políticas para superar su dependencia en ese aspecto. De no lograr alcanzar este objetivo, las políticas deben permitir establecer mecanismos de soporte para sus poblaciones más vulnerables.

Se requiere también de la implementación de políticas de educación que faciliten el acceso de los sectores más vulnerables y la implementación de políticas compensatorias de los efectos de las migraciones y de la seguridad alimentaria, principalmente en los países más pobres.

### **3.5.3 La vida como ella es**

#### 3.5.3.1 Implicaciones para políticas de innovación

Dadas las restricciones al comercio y para mejorar la competitividad de los productos agrícolas, se requiere diferenciarlos con base en la innovación, la cual sólo se presenta como estrategia al final del período de este escenario.

Debido a la heterogeneidad de la Región, la I+D también debe dedicarse a aumentar la eficiencia (mediante la reducción de costos de producción o incrementos en productividad o ambos), dirigida a la producción de alimentos a precios bajos para los consumidores internos y para los países de menores ingresos.

Se requiere, además, atender las necesidades tecnológicas relacionadas con las mejoras en la calidad de los productos producidos por los grupos más vulnerables, demandados por consumidores más exigentes y más educados.

Existe la necesidad de generar investigación para la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático y para la prevención y manejo de plagas y enfermedades, donde se tome en cuenta evitar el deterioro ambiental para que no disminuyan la eficiencia productiva ni la productividad. Como el escenario es una derivación de la realidad actual, los países de América del Sur son los que tendrían mayor capacidad para lidiar más favorablemente con esos impactos en esta área y en el futuro.

Los países que hoy poseen mayor capacidad de generación de conocimiento (en América del Sur: Argentina, Brasil, Chile; en los Andes: Venezuela; en América Central: México y Panamá; en el Caribe: Cuba y Trinidad y Tobago) también tienen mayor probabilidad de generar los conocimientos demandados por este escenario.

En este escenario muchos países de la Región se limitan a importar tecnología, en un mundo de integración de procesos productivos y de transacciones. Para esos países, esto significa una limitación en la capacidad de afrontar riesgos no previstos (y, por lo tanto, un aumento de su vulnerabilidad). Es importante planificar e implementar mecanismos para que mejoren su capacidad de producir conocimiento y tecnología, por medio de programas orientados u objetivos muy bien definidos, los cuales consideren alternativas para compartir los pocos recursos disponibles.

Por el otro lado, la cuestión ambiental y social no es considerada suficientemente por todos los países en su actividad de investigación. En el principio del primer período, algunos pocos países incluyen esta preocupación en su portafolio de proyectos de I+D. Sin embargo, esta iniciativa necesita profundizarse en el sentido de mayor conocimiento de los ecosistemas y de los impactos de la agricultura sobre éstos y sobre los servicios ambientales.

También la integración del conocimiento tradicional sólo empieza a manifestarse en el final del período. Por ello la I+D se debe orientar con políticas inductoras, destinadas a integrar ese conocimiento a la generación de conocimiento y tecnología.

Sería importante considerar otras alternativas, como fondos específicos y carteras de proyectos para las poblaciones más vulnerables, que garanticen la atención de la I+D a esas poblaciones. En este sentido, también se requiere que las organizaciones de investigación mejoren el dominio que poseen en la actualidad sobre las demandas tecnológicas de los grupos sociales más carentes y cuyo medio de vida es la actividad agrícola.

Las empresas transnacionales se convierten en un actor relevante en la I+D y el sector público pierde importancia. Es necesario implementar políticas de gestión integral e inversión en la I+D pública, para garantizar que no sólo las demandas económicas (especialmente las de corto plazo) estén contempladas por la investigación. Además, es importante implementar mecanismos inductores para la mayor participación de las organizaciones privadas en la generación de conocimiento y tecnologías en áreas estratégicas (económica y socialmente). Esa generación, a su vez, se debe acompañar con transferencia de capacidades y de los conocimientos necesarios para continuarla.

### 3.5.3.2 Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible

Ante la continua inestabilidad de gestión, como resultado de la alternancia de gobiernos sin continuidad de políticas, se necesita de mecanismos de estabilidad en las gerencias de gobierno, para asegurar la continuidad de políticas de largo plazo. Esto es especialmente relevante con respecto a la provisión de una educación de calidad, para la cual es necesario



implementar políticas consistentes y duraderas, especialmente en algunos países que se presentan frágiles en este aspecto.

Debido al cambio climático y al aumento de los precios de los alimentos, para algunos países se deberían implementar políticas que posibiliten el acceso a alimentos de calidad.

Para los países pobres y la producción campesina, se necesitan políticas específicas para apoyarlos en la incorporación de prácticas sostenibles en sus procesos productivos.

### **3.5.4 Mosaico adaptativo**

#### 3.5.4.1 Implicaciones para políticas de innovación

El escenario se esboza a partir de fuertes cambios climáticos y de crisis sociales, que los gobiernos no logran manejar sin el concurso y el apoderamiento de los diversos grupos sociales. Estos cambios probablemente van a afectar más a América del Sur (por el mayor tamaño del área con restricciones ambientales a la producción de cultivos sin irrigación), y a América Central (por su menor capacidad productiva, lo que también tendrá repercusiones en la seguridad alimentaria de los países en esta sub-región).

La cuestión ambiental y la reducción de los efectos de los cambios climáticos son centrales en este escenario, que busca alcanzar sus objetivos utilizando todo tipo de conocimiento disponible: biotecnología, nanotecnología, agroecología y conocimiento tradicional. Así, la agenda de I+D debe orientarse previamente hacia estos objetivos. Se indica también la necesidad de buscar formas de interacción y sinergia entre los distintos tipos de conocimiento que pueden, supuestamente, traer beneficios para todos con el menor riesgo ambiental. En ALC, los países que ya tienen capacidad de generación tecnológica (Brasil, Venezuela, Trinidad-y-Tobago, Cuba, Chile, Argentina, México, Panamá) y de transferencia tecnológica (Cuba, Brasil, Paraguay, Perú) posiblemente estarán en mejores condiciones para realizar esa interacción y lograr esa sinergia.

La I+D debería orientarse hacia la comprensión y solución de problemas ambientales y de cambio climático. En este caso se requiere comprender la interacción entre ecosistemas (y entre estos y las nuevas tecnologías) y los posibles impactos internacionales sobre los recursos naturales compartidos.

Dado el mayor período requerido para la obtención de resultados, en un escenario donde se exige la consideración de todos los grupos afectados por la I+D, la restricción impuesta por el medio ambiente al desarrollo autónomo de la ciencia y la necesidad de mejorar la eficiencia del uso de los recursos (eficiencia), es imperativo mejorar fuertemente la gestión de la I+D con la integración de todos sus actores.

#### 3.5.4.2 Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible

*Mosaico adaptativo* es un escenario que exigirá muchos cambios institucionales, lo que se refleja fuertemente en la gobernanza y en las políticas de desarrollo de los países. En cuanto algunos países que hoy son menos vulnerables de forma general (como Argentina, Brasil,

Chile y México) tendrán grandes dificultades para adaptar sus leyes, reglas y costumbres a los nuevos tiempos. Otros países tendrán dificultades similares por no contar con estabilidad política y eficiencia de gobierno, específicamente aquéllos con mayores problemas actuales en gobernanza y políticas de desarrollo integradas. Todos estos países deben considerar la oportunidad de empezar a diseñar políticas estables, dirigidas hacia una mayor protección ambiental, más acceso a la educación de calidad y mayor capacidad para garantizar la seguridad alimentaria de sus pueblos en el futuro.

La seguridad alimentaria y la cuestión ambiental común son las dos grandes áreas de preocupación en este escenario. Para la primera, es importante identificar alternativas que, sin comprometer la protección ambiental, permitan el acceso a alimentos de calidad de poblaciones crecientes y más educadas (y, por lo tanto, más exigentes).

El escenario ofrece condiciones de apoyo público facilitado a iniciativas de protección de recursos naturales comunes, bajo la misma lógica de protección ambiental que lo caracteriza.

### **3.5.5 Jardín tecnológico**

#### 3.5.5.1 Implicaciones para políticas de innovación

Fuertes impactos del cambio climático junto con movimientos sociales iniciados en países europeos en pro de la diversificación de la agricultura y orientados hacia la protección de los servicios ambientales de los ecosistemas, son los disparadores para que se instale este escenario. Las sociedades enfrentan los problemas mediante la anticipación y la identificación de soluciones tecnológicas específicas.

La diversificación de la agricultura en ALC comienza también por los países mega-diversos: Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú y Venezuela. Sin embargo, al inicio no todos estos países tienen la capacidad de realizar la investigación requerida para obtener de diferentes servicios ambientales un retorno económico adecuado. Para ello están en mejores condiciones Brasil, Colombia, México y Venezuela.

En este escenario, los principales ítems de la agenda tecnológica corresponden a: la protección ambiental, la comprensión de los ecosistemas y de los servicios ambientales que brindan, la corrección de agresiones antropogénicas a la naturaleza, la interacción entre distintos sistemas (socioeconómicos, culturales, ambientales) y la creación de productos diferenciados por innovación tecnológica (pero siempre de bajo impacto ambiental) y de nuevos procesos para diversificación de la agricultura.

Este es un escenario en el que se privilegia la integración creciente del conocimiento, no importa de qué naturaleza (formal o tradicional). Más que en cualquier otro escenario, este es un mundo gobernado por el conocimiento, que al mismo tiempo lo impulsa fuertemente. Esto significa desarrollar nuevas formas de comprensión de los sistemas y de su integración.

También es un mundo en el que todos los grupos sociales son focalizados por la I+D, al mismo tiempo que se intensifica el desarrollo de nuevos productos y procesos, así como la

anticipación de problemas, especialmente en relación con el medio ambiente. Se necesitará, por lo tanto, de una gran capacidad de gestión y de planificación de la actividad de generación de conocimiento y tecnología. En este punto, el escenario se distancia de *Mosaico adaptativo*, donde la cuestión de la velocidad de desarrollo tecnológico está menos enfatizada.

#### 3.5.5.2 Implicaciones para políticas de desarrollo sostenible

En el mundo de *Jardín Tecnológico* la agricultura es solamente una parte de complejos agroindustriales que ofrecen productos diferenciados, de base tecnológica y también de procesos de protección ambiental. No hay más pequeños productores; fueron desplazados hacia las ciudades.

Esto significa que se deben crear nuevas instituciones y arreglos institucionales para incentivar este nuevo paradigma, pero también para monitorear sus beneficios y riesgos para la sociedad. Tendrán mayor facilidad para adecuarse a este nuevo paradigma los países que ya tienen capacidad de generación tecnológica así como los mega-diversos, los cuales enfrentan presiones a favor de la protección ambiental y ya implementan leyes en ese sentido.

El desempleo es uno de los principales problemas en este escenario. Será más impactante para los países que hoy tienen una población caracterizada por menores niveles educacionales (Perú, Bolivia, Honduras, República Dominicana). En estos países, particularmente, se pueden implementar políticas que permitan la creación de nuevas oportunidades; por ejemplo, la propia diversificación de la agricultura, emprendimientos relacionados con los nuevos productos de base agropecuaria o reducciones en las cargas de trabajo

A pesar de la preocupación por los temas ambientales, nuevos problemas emergen en el medio ambiente, como consecuencia de las soluciones tecnológicas ensayadas en este escenario. Se requiere de la orientación de la I+D para la comprensión sistémica y profundizada de ecosistemas, sistemas biológicos y sus interacciones, así como el monitoreo adecuado de estos ecosistemas y de los impactos de las tecnologías en ellos, lo que ya está previsto en el escenario como una forma de solución de esos problemas.

