



Informe 922

Política Sectorial

18/11/2011

Nuevas realidades, nuevos paradigmas: la nueva revolución agrícola (*)

Arturo Barrera (1)

18/11/2011
Política Sectorial
Nuevas realidades,
nuevos paradigmas: la
nueva revolución agrícola

14/11/2011
Política
Algunos desafíos
democráticos

10/11/2011
Sociedad
Impresiones de un viaje
a China

08/11/2011
Economía
Fundamentos de la
intervención del Estado
en la Educación Superior

04/11/2011
Economía
De la Reciprocidad a la
Fraternidad. Parte II.
En Chile no tenemos
tributos sino exacciones

02/11/2011
Economía
De la Reciprocidad a la
Fraternidad. Parte I.
Rawls y los límites del
principio de diferencia

Acerca de

Este informe ha sido preparado por el Consejo Editorial de asuntospublicos.ced.cl.

©2000 asuntospublicos.ced.cl.
Todos los derechos reservados.

Se autoriza la reproducción, total o parcial, de lo publicado en este informe con sólo indicar la fuente.

Sumario

Actualmente la agricultura mundial experimenta una transición hacia un nuevo paradigma tecnológico, muy distinto al de la revolución verde. Este nuevo paradigma se sustenta en las actuales revoluciones “bio”, “info” y “nano” y en las nuevas demandas de la sociedad y de los mercados. En este contexto, la agricultura del siglo XXI empieza a vivir una nueva revolución, más amplia y más profunda que las anteriores: una revolución organizacional, de la gestión del conocimiento y de las convergencias entre las distintas tecnologías. Esta nueva revolución agrícola está ampliando notablemente el potencial de creación de riqueza del sector. Este artículo intenta ser una contribución a la caracterización del nuevo paradigma del desarrollo tecnológico agrícola y del tipo de agricultura que se está configurando.

Palabras clave: desarrollo agrícola, biotecnología, modernización, cambio tecnológico, innovación, transferencia tecnológica, tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

Introducción

Vivimos una agricultura post-revolución verde. El paradigma de la revolución verde está agotado y superado desde hace tiempo, cuestionado fuertemente por el cambio climático y por el nuevo paradigma tecnológico y organizacional generado a partir de los desarrollos de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y de la biotecnología moderna.

Hablar de una agricultura post-revolución verde, sin embargo, señala el fin de una época y de su paradigma, pero no identifica ni caracteriza suficientemente la nueva época que estaríamos empezando a vivir. Para los efectos de este texto, un paradigma es un conjunto de valores, conceptos y definiciones que permiten abordar un problema o tema y configuran determinadas formas de entender el mundo y de intervenirlo. Desde una perspectiva más específica, un paradigma tecnológico está “asociado a la realización de oportunidades de innovación que pueden ser logradas por los cambios de las características técnicas fundamentales de o los “artefactos” que lo caracterizan” (CEPAL 2008: 149) (2). Desde una perspectiva más amplia, la idea de paradigma tiene que ver con la forma de concebir y “hacer” agricultura, de promover la modernización agrícola y de medir el desempeño sectorial.

El paradigma de la revolución verde

El paradigma tecnológico de la revolución verde es hijo de la sociedad industrial y del fordismo alimentario. Tal revolución está vinculada con una determinada forma de entender la modernidad y de impulsar la modernización, dado que se desarrolló en un clima intelectual donde se concebía un modelo de modernidad y una sola trayectoria para alcanzarla. La revolución verde se dio en un tiempo en el que la humanidad creaba nuevos riesgos, pero no se tenía conciencia ni se actuaba sobre ellos.

Este paradigma generó una cierta forma de concebir y “hacer” agricultura, de entender la modernización agrícola, de medir el desempeño sectorial y una determinada institucionalidad sectorial. El núcleo del desafío tecnológico de la revolución verde fue el aumento de los rendimientos por hectárea (principalmente del trigo, arroz y maíz) para combatir de esa forma el hambre, especialmente en los países de Asia.

Si bien los aumentos de la producción en los años sesentas, setentas y ochentas del siglo pasado se sustentaron principalmente en los aumentos de los rendimientos, la frontera agrícola y el agua no fueron factores restrictivos como lo demuestra el aumento de la producción en América Latina de esas décadas. Tampoco fueron factores restrictivos las externalidades ambientales negativas generadas por el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos para controlar plagas y enfermedades.

Tal desafío tecnológico se sustentó en una institucionalidad basada en la investigación pública, con una fuerte transferencia internacional de tecnologías y de germoplasmas facilitado por el Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional (CGIAR, por sus siglas en inglés). Como lo sostiene la FAO (2004: 32), “la circulación internacional de germoplasma tuvo una importante repercusión en la velocidad y el costo de los programas de obtención de cultivos por parte de los sistemas nacionales de investigación”.

La revolución verde gestó el desarrollo de una agricultura con un fuerte contenido tecnológico consistente en variedades de alto rendimiento, obtenidas a través del mejoramiento genético convencional, el uso intensivo de insumos tecnológicos como fertilizantes y agroquímicos que permitieran aprovechar el potencial genético de las nuevas variedades, y una más plena incorporación de la racionalidad económica moderna del costo-beneficio a través de uso ampliado de las tecnologías de gestión. Esta fue, en definitiva, su concepción de modernización agrícola.

Los impactos de la revolución verde en los aumentos de los rendimientos y de la producción fueron evidentes, así como su contribución a disminuir el hambre en el mundo, principalmente en Asia. En efecto, según la FAO, durante el período 1963-1983, la producción total de arroz, trigo y maíz en los países en desarrollo aumentó un 3,1%, 5,1% y 3,8% por año, respectivamente. Durante el decenio posterior, los aumentos anuales de la producción para los mismos cultivos fueron un 1,8%; 2,5% y 3,4% respectivamente (FAO 1996).

Los debates ambientales y sociales sobre los costos de aquella revolución fueron intensos, sobre todo en los ochentas y noventas. La degradación ambiental, la erosión genética, la exclusión de la mujer y el aumento de las desigualdades son señalados por distintos autores como algunos de sus costos. El más claro y en el cual existe consenso es en el daño ambiental.

En este contexto, durante los noventas, fundamentalmente como producto de la Conferencia sobre el Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas de 1992, se planteó la idea de “una nueva revolución verde”, de “una segunda revolución verde”, basada en los principios del desarrollo sustentable. Un ejemplo

de este intento por disminuir los costos ambientales de la revolución verde lo constituyó el desarrollo del concepto de gestión integrada de cultivos, a través del manejo integrado de plagas y de los nutrientes del suelo.

Los hechos demostraron, sin embargo, que estas respuestas desde el propio paradigma de la revolución verde eran insuficientes y que las nuevas revoluciones tecnológicas en curso, la digital y la biotecnológica, así como el surgimiento del tema de la propiedad intelectual para materiales fitogenéticos, estaban empezando a generar transformaciones de gran envergadura que impactarían significativamente los paradigmas tecnológicos de las distintas actividades productivas.

Hay que recordar que los noventa fueron escenario de las primeras liberaciones comerciales de cultivos transgénicos, de la emergencia de los alimentos funcionales, del primer informe del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático y del desarrollo del concepto de la sociedad del riesgo. Surgieron en esos años los conceptos de agricultura ampliada, de gestión del conocimiento y de economía basada en el conocimiento y en el aprendizaje. Fue tiempo de nuevas preguntas: qué es agricultura y cómo se logra el desarrollo tecnológico agrícola. Fue el tiempo, en lo sectorial, del inicio de la transición a un nuevo paradigma tecnológico.

El nuevo paradigma: una revolución agrícola infobiotecnológica (3)

Hoy vivimos una transición hacia la consolidación de un nuevo paradigma tecnológico agrícola. Este paradigma tecnológico post-revolución verde se desarrolla en el contexto de la “modernidad tardía” y, como tal, aprovecha la acumulación de conocimientos generada en las décadas pasadas y empieza a hacerse cargo de los riesgos creados en esa época y de las nuevas demandas de la sociedad y los consumidores en relación con los temas ambientales. Es el tiempo de la pluralidad de modelos y trayectorias a la modernidad y del debilitamiento de la fe absoluta en la ciencia y la tecnología para controlar y hacer más predecible el mundo. Es el tiempo, además, de los riesgos sistémicos.

El nuevo paradigma tecnológico agrícola tiene como marco el paradigma tecno-económico creado por la masiva utilización de las TIC y de la biotecnología. Tiene como marco, igualmente, las nuevas demandas de la sociedad, de los mercados y de las cadenas agroalimentarias, algunas de las cuales se relacionan con la diferenciación de los productos, la calidad y la inocuidad, la bioseguridad, el bienestar animal y el uso sustentable de la biodiversidad y de los recursos naturales.

Como lo sostiene la CEPAL (2008: 149), los paradigmas tecnoeconómicos se generan a “partir de innovaciones que son capaces de redefinir la trayectoria no solo de los ámbitos tecnológico y económico, sino también del social”. Este nuevo paradigma se desarrolla, además, en momentos en que las ciencias y tecnologías empiezan a buscar nuevas convergencias y los enfoques sistémicos ganan terreno. El nuevo paradigma tecnológico agrícola es parte de este nuevo clima intelectual y tecnológico global.

El núcleo del desafío tecnológico agrícola del siglo XXI es la producción de más, mejores y más variados alimentos y productos agrícolas no alimentarios a través de procesos productivos que:

- Generen menos gases efecto invernadero.
- Usen más eficientemente el agua.
- Ocupen básicamente la misma superficie de tierra.
- Respondan a nuevos estrés bióticos y abióticos provocados por el cambio climático.
- Estén sometidos a una mayor vigilancia de la sociedad en relación con las tecnologías utilizadas.

Todas estas son nuevas restricciones y exigencias a la producción prácticamente inexistentes en la época de la revolución verde (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cambio del paradigma del desarrollo tecnológico agrícola.

Aspecto	Revolución verde	Nueva revolución agrícola
Concepto central	Investigación	Innovación
Objetivo principal de la investigación / innovación	Aumento de rendimientos y resistencia a plagas y enfermedades.	Aumento de rendimientos, incremento de la estabilidad de los sistemas productivos, mejoramiento de la calidad de los productos y uso sustentable de los recursos naturales.
Enfoque	Centrado en la oferta y en la producción primaria. La investigación prioriza solo algunos cultivos.	Centrado en la demanda de las empresas y en innovaciones a lo largo de toda la cadena. La innovación incorpora una amplia gama de productos.
Tecnología principal	Mejoramiento genético convencional.	Biotecnología, TIC y nanotecnología.
Tipo de insumos	Crecientemente químicos.	Crecientemente biológicos. Importancia de la biodiversidad.
Actores principales de la investigación - innovación	Instituciones públicas.	Empresas privadas e instituciones públicas.
Bienes de la investigación / innovación	Bienes públicos.	Crecientemente bienes privados y bienes club.
Propiedad intelectual	Sin importancia.	Cada vez más central.
Tipo de conocimiento relevante	Explícito.	Explícito y tácito. Creciente relevancia de la gestión del conocimiento.
Características de la modernización agrícola	Ampliación de la incorporación de la racionalidad costo - beneficio y del uso de insumos químicos.	Diversas trayectorias y modelos. Mejora continua y buenas prácticas agrícolas.
Medición de desempeño	Rendimiento - por hectárea.	Múltiple. Rendimiento por unidad de agua, componente activo/ hectárea, huella de carbono e hídrica.
Institucionalidad	Sistemas nacionales de investigación agrícola.	Sistemas nacionales de innovación agroalimentario.

En este contexto, los objetivos del desarrollo tecnológico “sectorial” son el aumento de la productividad, el mejoramiento de la calidad industrial, nutricional y organoléptica de los productos y el uso sustentable de los recursos naturales. También es “la búsqueda de estabilidad y perdurabilidad de los sistemas productivos agrícolas” (Banco Mundial 2008).

El nuevo paradigma está cambiando sustantivamente algunas características fundamentales de la revolución verde. Algunos ejemplos son:

- a. El manejo uniforme de los predios, el cual está siendo sustituido crecientemente por la agricultura de precisión.*
- b. El alto uso de insumos químicos, cuestionado por sus efectos en la concentración de gases de efecto invernadero.*
- c. La apuesta al desarrollo de un solo tipo de agricultura, lo que se reemplaza por una pluralidad de formas de hacer agricultura: tradicional, transgénica, orgánica, entre otras.*

La modernización agrícola no tiene, por lo tanto, una sola opción y trayectoria. Tal modernización ya no significa la utilización de determinados insumos y el dominio de una sola racionalidad.

El núcleo del desafío tecnológico agropecuario del siglo XXI es plenamente coincidente con el nuevo paradigma tecnológico de las TIC y de la biotecnología, cuyo centro es “el ahorro de materias primas y de energía mediante un proceso intensivo de uso de información, conocimiento, servicios y materia gris” (Pérez 1998).

Desde esta perspectiva, la biotecnología y su aplicación a la agricultura y a la industria de los alimentos es un buen ejemplo de una tecnología intensiva en el procesamiento y uso de información (en este caso de información genética) y de una tecnología que ahorra energía a través de sus aplicaciones en bioprocesos de transformación agroindustrial. Del mismo modo, la utilización de las TIC en la agricultura de precisión es una demostración de la intensificación del uso de la información predial (y también extrapredial) y de su contribución al mejor uso de los distintos factores de producción, entre los cuales se encuentra el agua, los fertilizantes y los pesticidas. A su vez, en la medida en que uno de los usos potenciales de la nanotecnología es la agricultura de precisión, sus aportes fortalecerán los beneficios y principales características de este tipo de agricultura.

Si la biotecnología, las TIC y la nanotecnología tienen cada vez más amplias e insospechadas aplicaciones en el desarrollo tecnológico de la agricultura, la convergencia entre ellas no hará más que multiplicarlas. Basta con mirar lo que ocurre en la actualidad con la bioinformática y los incipientes usos de la nanotecnología en el desarrollo de la agricultura de precisión. A estas convergencias tecnológicas, se sumarán otras nuevas, pues no cabe duda de que el mundo se encuentra solo en las etapas iniciales de esta tendencia(4).

En la era de la agricultura del conocimiento y de la nueva revolución alimentaria, la forma de medir el desempeño sectorial empieza a incorporar nuevos indicadores como el rendimiento por unidad de agua y la huella de carbono (Barrera 2010). Probablemente cada vez más otro indicador de desempeño será el de componentes activos de los productos agrícolas por unidad de tierra o recurso hídrico. Los conceptos de “a la medida” y de “precisión” empiezan a ser centrales, como igualmente el de la diferenciación y el de la gestión de la calidad y su aseguramiento (véase Recuadro 1).

Un aspecto central del cambio de paradigma tecnológico de la agricultura es aquel que se refiere a los conceptos predominantes que han sustentado el desarrollo tecnológico agrícola y que han otorgado las características principales a las institucionalidades nacionales que lo fomentan: nos referimos a los conceptos de investigación e innovación y a los sistemas nacionales dedicados a estas áreas.

Los desafíos tecnológicos de la revolución verde y de la nueva revolución agrícola, analizados en páginas anteriores, son asumidos y procesados de maneras muy distintas por los arreglos institucionales de cada época: por los sistemas nacionales de investigación agrícola y por los sistemas nacionales de innovación agroalimentaria, respectivamente.

Dichos arreglos institucionales tienen diferencias significativas, entre las que se pueden destacar:

- a. Los sistemas nacionales de investigación agrícola eran simples y lineales, con un reducido número de actores; en cambio, los actuales sistemas nacionales de innovación agrícola son interactivos y complejos, con una multiplicidad de actores y subsistemas.*
- b. En los actuales sistemas, la investigación ya no es la única fuente de innovación como ocurría en el pasado.*
- c. Los sistemas de la época de la revolución verde estaban centrados en la oferta de investigación. En la actualidad, los sistemas de innovación responden crecientemente a la demanda de las empresas, donde la aplicación del conocimiento es fundamental.*
- d. En los sistemas nacionales de investigación, el protagonismo lo tenía el conocimiento explícito; en los sistemas nacionales de innovación, el conocimiento tácito es tan importante como el explícito.*
- e. En la actualidad, adquiere mayor relevancia la gobernanza del sistema, tema ausente en los sistemas de investigación.*

Otro aspecto relevante en el ámbito de la institucionalidad (entendida en un sentido amplio) es aquel que se refiere a los tipos de bienes generados por los procesos de investigación e innovación. En efecto, así como en el paradigma de la revolución verde los bienes generados por la investigación agrícola eran concebidos mayoritariamente como bienes públicos, en el paradigma tecnológico e institucional actual los bienes generados por los sistemas nacionales de innovación son concebidos como crecientemente privados y bienes club y, por lo tanto, la gestión de la propiedad intelectual adquiere una innegable centralidad.

Lo que está detrás del nuevo paradigma tecnológico agrícola, además de las actuales revoluciones tecnológicas y de las nuevas demandas de la sociedad y de los mercados, es una nueva forma de “hacer” ciencia y tecnología. Tal como lo señala Trigo (2010), ha cambiado la función de producción con la que se “produce” el conocimiento y la tecnología. En estos cambios, la biotecnología y las TIC han tenido un rol relevante. En efecto, la biotecnología y las TIC han cambiado no solo la función de producción de las actividades agrícolas y alimentarias, sino también aquella con que se genera ciencia, tecnología e innovación. Además, debido a la complejidad de las sociedades del siglo XXI y de los problemas por abordar, los enfoques científicos y tecnológicos son más sistémicos y multidisciplinarios. Las TIC han transformado las formas de acceso y manejo de datos e información de los centros de investigación.

Internet y su lógica de redes ha favorecido y multiplicado la colaboración a escala global. Todo esto ha impactado la productividad y los costos de generación de nuevo conocimiento.

La agricultura del siglo XXI

Sustentada en el nuevo paradigma tecnológico descrito en las páginas anteriores, la agricultura del siglo XXI está empezando a experimentar una nueva revolución.

La nueva revolución agrícola infobiotecnológica es hija de la sociedad de la información y de la economía del conocimiento. Ella está reconceptualizando y reinventando lo que la humanidad entiende por agricultura y cómo esta se realiza. Tal revolución está generando un nuevo potencial de creación de riqueza y nuevas oportunidades de innovación. Como toda revolución tecnológica, genera nuevos productos como los cultivos transgénicos, los ingredientes funcionales y los insumos de alto valor para distintas industrias.

Esta nueva revolución es biotecnológica, pero no solo biotecnológica; es digital, pero no solo digital; es nanotecnológica, pero no solo nanotecnológica. Esta es una revolución más que biotecnológica, más que digital y más que nanotecnológica. Esta es una revolución de la gestión del conocimiento y de las convergencias tecnológicas. La agricultura que empieza a emerger de esta nueva revolución es más de redes e interactiva, es más de ADN y de software, es más a la medida y de precisión, es más de terroirs y de clusters (Cuadro 2).

Vivimos en los inicios de una nueva era, cuyos cambios alcanzan los más diversos ámbitos del quehacer humano, entre ellos: el agrícola y el alimentario. En este contexto, las principales dinámicas tecnológicas de la agricultura provienen de las dinámicas de revoluciones tecnológicas transversales, como las TIC y la biotecnológica, y no de dinámicas tecnológicas mayoritariamente internas de la agricultura como ocurrió con la revolución verde. Lo mismo está empezando a suceder con la nanotecnología.

La agricultura del siglo XXI se sustenta también en un nuevo tipo de empresa y de trabajo, y principalmente en una relación más empática con los recursos naturales y la naturaleza. Esta agricultura se concibe cada vez más como pilar de la bioeconomía y como una actividad clave para enfrentar el cambio climático.

Cuadro 2. Cambios en la concepción y forma de hacer agricultura.

Aspecto	Revolución verde	Nueva revolución agrícola
Definición como actividad económica	Actividad primaria	Agricultura ampliada, cadenas agroalimentarias
Principal objetivo de la actividad agrícola	Proveer alimentos	Proveer alimento e ingredientes funcionales, producción de servicios ambientales y generación de productos agrícolas no alimentarios
Tipo de empresa	Fordista – tayloriana	Responsable, adaptativa y flexible
Obsesión de la cadena	Cantidad y rendimiento	Calidad, innovación y reputación
Tipo de productos	Commodities	Crecientemente diferenciados
Principal característica del trabajo	Manual y rutinario	Crecientemente sofisticado y creativo
Relación con la naturaleza	Indolente	Empática y responsable
Contenido de carbono	Alta en carbono	Baja en carbono
Lógica del manejo de la actividad agrícola	Uniforme	A la medida y de precisión
Tipo de agricultura	Homogénea	Plural. Más de redes e interconectada. Más de terroirs
Tipo de economía	Economía industrial	Economía del conocimiento. Bioeconomía

Consideraciones finales

La revolución verde fue una de las grandes revoluciones del siglo XX y es parte de nuestras historias de éxito como humanidad.

Iniciamos una nueva revolución agrícola, la cual es más profunda y amplia que la revolución verde. Ello se debe a la envergadura de las revoluciones digital, biotecnológica y nanotecnológica, y a la convergencia entre ellas. Con toda seguridad, las aplicaciones de estas tecnologías en lo agrícola y lo alimentario nos seguirán sorprendiendo en las próximas décadas.

La revolución verde puede entenderse como un proceso significativo de “artificialización” de la producción agrícola, expresada básicamente en el fuerte incremento y dependencia de los insumos químicos. La nueva revolución agrícola es en algún sentido un proceso de “naturalización” de tal producción, expresada en un creciente uso de insumos biológicos; aunque también tiene aspectos inevitables de artificialización, como por ejemplo la transgenia.

Como cada época y sociedad enfrentan sus propios temores y fantasmas, las revoluciones analizadas en este artículo también. En el caso de la revolución verde, fue el temor maltusiano al hambre. En el caso de la nueva revolución agrícola, es el temor al calentamiento global, al deterioro sin vuelta atrás de la GAIA.

Así como la revolución verde constituyó un gran avance para la humanidad, especialmente para los países en desarrollo, los nuevos paradigmas tecnológicos y de desarrollo agrícola de este siglo XXI nos permiten ser moderadamente optimistas en cuanto a que podremos contar con los alimentos suficientes, en cantidad y calidad, para alimentar los 9000 millones de personas que habitarán el planeta el 2050. Sin embargo, esto dependerá, sin duda, de cómo los distintos países y grupos sociales accedan a los alimentos, lo cual está relacionado con la forma cómo se organice la globalización.

Recuadro 1. La precisión: uno de los rasgos más notables de la nueva revolución agrícola.

Uno de los principales rasgos de la agricultura post-revolución verde es el manejo a la medida que empieza a aplicarse en los distintos recursos productivos y la mayor precisión empleada en los procesos de investigación agroalimentaria.

Actualmente la agricultura de precisión gana terreno en todo el mundo. La ampliación e intensificación del uso de las múltiples y más sofisticadas herramientas provenientes de las tecnologías de la información y comunicación han sido la base para esta expansión. Crecientemente las aplicaciones y potencialidad de este tipo de agricultura están siendo reforzadas por los avances de otra revolución tecnológica: la nanotecnología.

Cada vez la “precisión” está más presente en otros ámbitos, más allá del que originalmente se ha conocido como “agricultura de precisión”. La biotecnología, por ejemplo, nos permite ampliar la lógica y la dinámica de la precisión al otro extremo de las cadenas alimentarias, al consumo por parte de personas cada vez más exigentes y obsesionadas por su salud. Los avances que se están obteniendo en el ámbito de la nutrigenómica harán posible en un futuro cercano una alimentación a la medida de cada individuo y de sus necesidades nutricionales.

La biotecnología también ha favorecido prácticas de precisión en un área relevante para la agricultura como el mejoramiento genético. Precisamente el mejoramiento genético de árboles, cultivos y animales es en la actualidad más “preciso” y rápido porque es “dirigido”, sustentado en los secuenciadores de alta velocidad y los marcadores moleculares.

Sin embargo, la nanotecnología es la tecnología que ampliará y profundizará la lógica de la precisión en los años y décadas futuras. Y lo hará en los distintos eslabones y ámbitos de las cadenas alimentarias. Por ejemplo: a) fortalecerá la agricultura de precisión; b) permitirá la generación de alimentos inteligentes, cuyos nutrientes ubicados en nanocápsulas serán mejor utilizados por el organismo humano y el de los animales; c) favorecerá una mejor gestión de la inocuidad a través de la utilización de envases interactivos, entre otras formas; y d) fortalecerá la prevención y control de enfermedades de plantas y animales.

La precisión es, en síntesis, uno de los rasgos característicos de la nueva revolución agrícola y alimentaria, lo cual se acentuará en los tiempos que vienen.

Literatura consultada

Banco Mundial. 2008. Agriculture for Development. Washington DC.

Barrera, A. 2010. El contexto Mundial de la Nueva Revolución Alimentaria. En “La Agricultura Chilena en la Nueva Revolución Alimentaria”. Santiago, CL, Editorial Universitaria.

Barrera, A. 2010. ¿Qué es lo más característico de la Nueva Revolución Alimentaria? Disponible en www.arturobarrera.com

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2008. La transformación productiva 20 años después. Viejos problemas, nuevas oportunidades. Santiago, CL.

Comisión Europea. 2004. Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies. Bruselas.

FAO (Organización Mundial para América Latina y el Caribe). 1996. Enseñanzas de la revolución verde: Hacia una nueva revolución verde. Documentos técnicos de referencia, Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Roma, IT.

_____. 2004. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. La Biotecnología Agrícola, ¿una respuesta a las necesidades de los pobres? Roma, IT.

Pérez, C. 1998. Desafíos sociales y políticos del cambio de paradigma tecnológico. Presentación en Seminario: Venezuela, Desafíos y Propuestas. Caracas, VE.

Tiju, J; Morrison, M. 2006. Nanotechnology in Agriculture and Food. Institute Nanotechnology. European Nanotechnology Gateway.

Trigo, EJ. 2009. El marco institucional para la innovación tecnológica en la agricultura y la alimentación. En “La Institucionalidad Agropecuaria en América Latina: Estado Actual y desafíos. Roma, IT, FAO.

*Revista COMUNIICA. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Enero-Julio. 2011

- (1) Ingeniero Agrónomo de la Universidad Católica. Magister en Gestión y Política Pública de la Universidad de Chile. Ex Subsecretario de Agricultura. Gerente del Programa de Innovación para la Productividad y Competitividad del IICA.
- (2) En el caso del paradigma digital, por ejemplo, los “artefactos” son los semiconductores, los microprocesadores, los sistemas de almacenamiento de datos, entre otros. En el caso del paradigma biotecnológico, el análisis y modificación del material genético, los secuenciadores de alta velocidad, los marcadores moleculares, los genes y el ADN (CEPAL 2008).
- (3) El nuevo paradigma podría ser nanoinfobiotecnológico para incorporar la influencia de los desarrollos nanotecnológicos. Sin embargo, las características del paradigma “nano” están aún en una fase de cristalización.
- (4) La Comisión Europea (2004) sostiene que la próxima oleada de innovaciones provendrá de la convergencia de cuatro tecnologías: la nanotecnología, la biotecnología, la informática y de los avances de la neurociencia. Las tres primeras están relacionadas visiblemente con el ámbito agrícola. La cuarta es menos evidente, pero es importante tener presente que los centros de investigación y las grandes empresas alimentarias mundiales están invirtiendo mayores recursos para conocer mejor la relación cerebro - alimentación