



# Revista Agronegocios

FACULTAD DE ECONOMÍA Y PLANIFICACIÓN

Año 2 - Nº 3

Octubre - Diciembre 2008



Gastronomía



Mercados



TLC



Investigación

## Contenido

### MERCADOS

- Producción de papa en la costa ¿Una buena alternativa? \_\_\_\_\_ 3
- El Potencial de la Gastronomía Peruana \_\_\_\_\_ 5
- Productos Financieros Estructurados \_\_\_\_\_ 8
- El mercadeo agrario El sistema de transporte en la comercialización \_\_\_\_\_ 11

### RECURSOS NATURALES

- Bioeconomía \_\_\_\_\_ 14
- Reflexiones sobre la injusta distribución mundial de los recursos \_\_\_\_\_ 18

### TLC

- La experiencia mexicana en el TLCAN \_\_\_\_\_ 21

### INVESTIGACIÓN

- Papapan con sustitución parcial de harina de trigo por puré de papa \_\_\_\_\_ 23

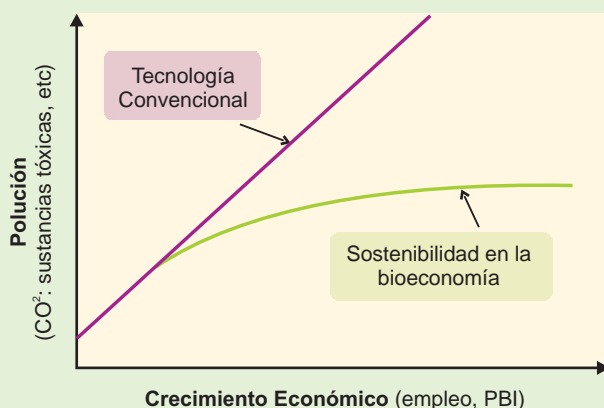
# Bioeconomía

(Primera parte)

Ph.D. Marcel Gutiérrez-Correa <sup>1</sup>

Profesor Principal de la Facultad de Ciencias (UNALM)  
mgclmb@lamolina.edu.pe

El desarrollo de las sociedades humanas ha incrementado las necesidades de nuevas tecnologías que respondan a las demandas crecientes de alimentos, energía, productos médicos y diversos bienes para varias actividades humanas, en concordancia con un ambiente saludable como condición para un futuro sostenible. La economía basada en el petróleo ha prevalecido por más de un siglo, pero está siendo reemplazada en el presente siglo por un modelo basado en los genes denominado *bioeconomía* (Gutiérrez-Correa, 2007, 2008). El moribundo modelo económico es difícilmente adaptable a los requerimientos de sostenibilidad y, más bien, produce una relación directa entre el crecimiento económico y la polución (Figura 1).



**Figura 1.** Relación entre la polución ambiental y el crecimiento económico según el modelo económico.

Según la OECD (2006), bioeconomía es aquella parte de las actividades económicas que captura el valor latente presente en los procesos biológicos y biorecursos renovables para producir un mayor crecimiento y desarrollo sostenible y saludable; y, también en un contexto más restringido a lo industrial, como “una economía que usa biorecursos renovables, bioprocesos eficientes y ligamientos eco-industriales para producir bioproductos sostenibles, trabajo e ingresos”. Esta nueva visión ha surgido de las necesidades de agenciarse nuevas formas de energía y de materias primas industriales en



reemplazo de los combustibles fósiles, no renovables, cada vez más escasos y con precios cada vez más elevados. Sin embargo, desde un punto de vista personal la bioeconomía se define como “una economía basada en la biotecnología que usa materias primas renovables, particularmente biomasa y recursos genéticos, para producir productos y energía al menor costo ambiental” (Gutiérrez-Correa, 2007, 2008). Así como en la “vieja” economía los hidrocarburos son la unidad básica del comercio, en la bioeconomía los genes serán la unidad de comercio. A medida que se avance en la bioeconomía y más procesos industriales sean basados en biotecnología, la demanda sobre la innovación de los mismos o de nuevos productos se incrementará. Esto derivará en una demanda de genes a partir de los cuales se pueda lograr innovaciones de los procesos biológicos implicados en la producción biotecnológica.

## Biotecnología

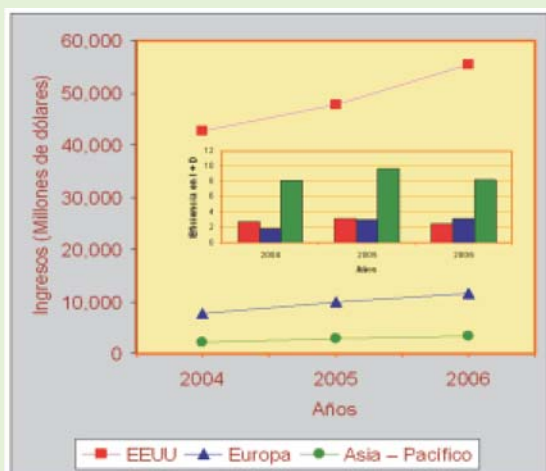
Dentro del contexto actual y con el Perú como signatario de un acuerdo comercial de libre comercio con los Estados Unidos, y otros en negociación, los temas de competitividad e innovación resultan fundamentales para poder utilizar esta vía como motora del desarrollo nacional. Sin embargo, es necesario que se tome una decisión de Estado y se ejecute una política muy seria y acelerada de promoción de la ciencia y la tecnología que permita en el plazo más corto posible realizar innovaciones tecnológicas; y, particularmente, desarrollos tecnológicos basados en nuestros recursos genéticos que nos conduzcan a incrementar competitividad sobre todo en calidad, cantidad, oportunidad, diversidad y rentabilidad. Es este aspecto, la biotecnología es probablemente la única posibilidad para lograr una competitividad aceptable dentro del contexto global y de la ya en marcha bioeconomía mundial. La biotecnología (“la aplicación de los procesos biológicos desarrollados por células microbianas, vegetales o animales, por sus componentes o por sus enzimas a la ingeniería para la obtención de bienes y servicios”) (Gutiérrez-Correa, 2007) es extremadamente rica en su oferta de posibilidades productivas conjuntamente con las relacionadas con la introducción de genes foráneos en plantas, animales y microorganismos.

<sup>1</sup> Profesor Principal de Biotecnología, Director del Laboratorio de Micología y Biotecnología, Departamento de Biología (UNALM)

Hasta el 7 de setiembre del 2008, se ha completado el secuenciamiento de 706 genomas bacterianos, 53 de archaeas y 94 de eucariotas (853 genomas) (<http://www.genomesonline.org/gold.cgi>). Sin embargo, aunque son extremadamente importantes, las secuencias genómicas no reflejan la potencialidad total de la biodiversidad en la medida que a cada secuencia génica es necesario asignarle una función.

Una rama de la genómica conocida como *genómica funcional* es la encargada de conectar las secuencias génicas con sus correspondientes expresiones (Villena & Gutiérrez-Correa, 2008). La genómica funcional integrará las secuencias de ADN a los genes y a la fisiología (y, tal vez, al comportamiento ecológico), mediante tres conjuntos informativos: el transcryptoma, proteoma y metaboloma, los cuales serán procesados con las herramientas de la bioinformática. Es así que la genómica estructural y la genómica funcional permitirán el desarrollo de nuevos y más efectivos procesos biotecnológicos y el desarrollo de nuevas drogas, pero también el estudio funcional de genes que sólo se conocieron genéticamente, pero fueron la base de la “revolución verde” como los asociados al enanismo, a la ingeniería metabólica de organismos y a la evolución dirigida. Estas últimas probablemente sean las actividades biotecnológicas más importantes para la industria de este siglo.

En este sentido, la biotecnología proporcionará las tecnologías fundamentales en la bioeconomía en la medida que se basa en productos naturales y en seres vivos, así como puede ser utilizada para sanear y hacer más saludable el ambiente. A nivel global, la industria biotecnológica ha tenido ingresos por más de 73,000 millones de dólares (Figura 2).



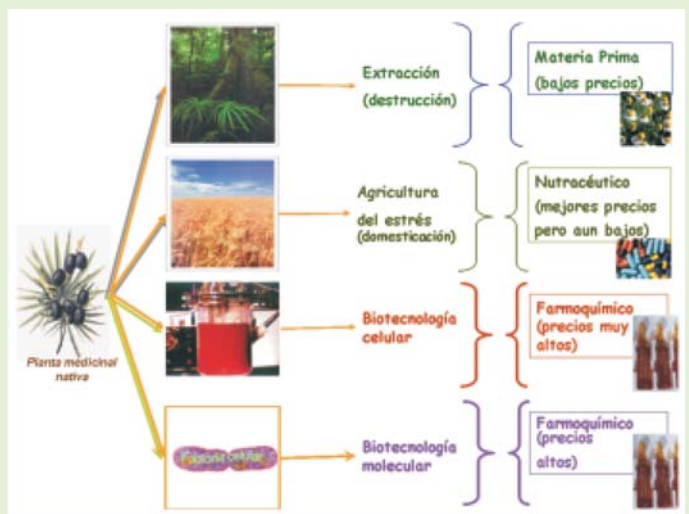
**Figura 2.** Evolución del mercado de la industria biotecnológica y la eficiencia en I + D (inserto). Elaboración propia a partir de Ernst & Young, Beyond borders: The global perspective. 2005, 2006, 2007.

En el 2010, el 20% (160 mil millones de dólares americanos) de los productos químicos serán producidos por biotecnología y a mitad de siglo la totalidad de la industria química a base de petróleo será reemplazada por la industria biotecnológica.

**Biodiversidad**

A diferencia de las visiones conservadoras, desde la concepción bioeconómica, el mayor valor económico de la biodiversidad está en los genes. Hasta el momento es difícil dar un valor monetario a un gen; sin embargo, en 10 años de adopción de soya resistente a herbicidas (un gen) Argentina ha tenido ingresos directos por 20 mil millones de dólares. En el Perú, hemos calculado la existencia de 283 millones de genes endémicos, lo cual constituye su reserva bioeconómica (Gutiérrez-Correa, 2005). En el contexto del nuevo orden económico denominado Bioeconomía, estas reservas genéticas son por demás codiciadas por países altamente tecnificados pero con muy poca biodiversidad (Armstrong, 2002).

Nuestra enorme biodiversidad constituye uno de los motores para la innovación y desarrollo de nuevos procesos biotecnológicos y para nuestra inserción en la bioeconomía mundial. El Perú es uno de los países megadiversos, como la mayoría de ellos, situado en la zona tropical. Con toda seguridad, la biodiversidad existente el Perú constituye su mayor riqueza y la fuente para el desarrollo de una industria competitiva de nuevos negocios y de desafíos científico-tecnológicos. Desde el punto de vista de la utilización de las plantas medicinales, cuyo valor terapéutico no ha sido probado en la mayoría de los casos y que se basa en la presencia de sustancias bioactivas provenientes del metabolismo secundario, cuatro alternativas son posibles (Figura 3).



**Figura 3.** Alternativas para la utilización económica de plantas medicinales (ver texto para detalles).

A) *Recolección*, que es la alternativa más común utilizada en los países en vías de desarrollo y su comercialización es principalmente como materia prima a bajos precios; esto conlleva a la destrucción del ambiente y del recurso genético. B) *Cultivo agrícola*, alternativa que aparentemente es de fácil incursión, sin embargo desconoce que la mayoría de las sustancias bioactivas son producidas en respuesta a las diversas situaciones de estrés a que están sometidas las plantas en sus ambientes naturales, desconociendo que la tecnología agrícola se ha desarrollado para condiciones de alejadas del estrés; aunque es posible que los sistemas hidropónicos en ambientes controlados permitan manejar el momento y la intensidad del estrés para tales fines. Transformaciones primarias en cápsulas o jarabes se comercializan como nutraceuticos a mejores precios. C) *Bioteología celular*, a través de un típico proceso biotecnológico mediante cultivo de células vegetales en biorreactores.

Esta alternativa permite, por un lado conservar el recurso genético y de otro producir las sustancias bioactivas con precios muy altos en el mercado de farmoquímicos (un kilo de algunas de estas sustancias puede costar hasta dos millones de dólares). E) *Bioteología molecular* mediante la introducción (o diseño) de los genes que codifican para la producción del principio activo a microorganismos productores mediante ingeniería metabólica y evolución dirigida, generando factorías celulares (Figura 4).

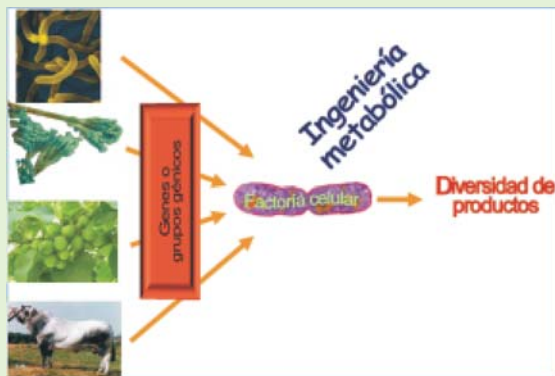


Figura 4. Concepto de factoría celular. La ingeniería metabólica es una herramienta biotecnológica que permite diseñar y construir vías metabólicas.

Esta alternativa parece ser la que puede dar los mejores resultados, sin embargo constituye una amenaza para los países megadiversos toda vez que la disponibilidad de la especie no es imprescindible ya que los genes necesarios pueden ser construidos *de novo*. Un ejemplo reciente referido a la artemisinina (una droga antimalárica producida por la planta

asiática *Artemisia annua*) ilustra esta ruta. China y Vietnam han sido los productores de la planta para venderla como materia prima (alternativa B) durante los últimos años, pero recientemente se han diseñado factorías celulares (en *Escherichia coli* y en *Saccharomyces cerevisiae*; alternativa E) de tal forma que la droga es producida a menores precios (una reducción promedio de 45%), con la consiguiente pérdida para los productores chinos y vietnamitas (Figura 5) (Hale, *et al.* 2007; Kindermans, *et al.* 2007; Ro, *et al.* 2006).

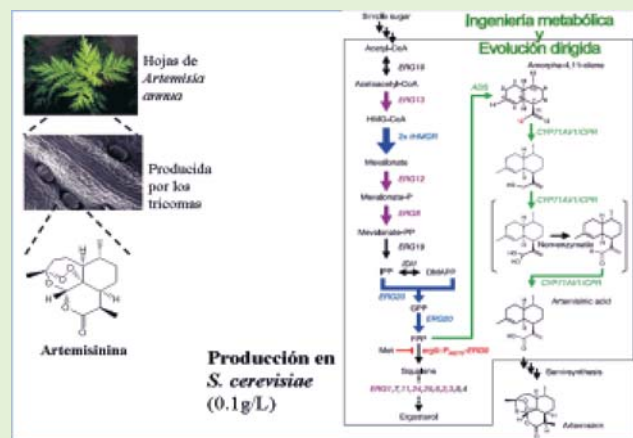


Figura 5. Factoría celular en la levadura Saccharomyces cerevisiae para la producción de artemisinina. Composición gráfica basada en Ro et al. (2006)..

### Agricultura

La agricultura deberá reconvertirse hacia el modelo de **agro-refinerías** integrando la producción y la transformación en complejos industriales cuyas dimensiones no son necesariamente grandes, pero con un alto nivel de conocimientos y priorizando la calidad, disminución de costos y la salud ambiental. En este sentido, la biotecnología moderna es más que fundamental, a pesar de ciertos sectores interesados en mantenernos alejados del desarrollo aduciendo consideraciones sin base científica, conduciendo el debate hacia posiciones políticas (Herring, 2008). Estos grupos, principalmente ONGs, son financiados por grupos europeos como una manera de contrarrestar su baja eficiencia en I+D (Figura 2). Asimismo, estos sectores interesados utilizan la desinformación y el miedo como herramienta para evitar que nuestro país inicie con urgencia la utilización de la biotecnología moderna en su sector agrícola (Herrera-Estrella & Alvarez-Morales, 2001). Conforme se disemine el modelo bioeconómico, los países desarrollados irán transformando sus sistemas agrícolas hacia la producción energética e industrial de tal forma que varios dejarán de ser



exportadores de alimentos. En tal sentido, los demás países particularmente en vías de desarrollo deberán ser capaces de abastecerse de alimentos e, idealmente, exportar. En el contexto de un incremento de la población mundial, escasez de tierras agrícolas y cambio climático, la agricultura convencional no será capaz de cumplir con este propósito, que sólo será logrado con el concurso de la biotecnología moderna y el aporte de genes procedentes de la biodiversidad. El crecimiento anual del sector agrícola es del 5% mientras que la demanda de alimentos crece anualmente en 12%, lo cual significa que los rendimientos agrícolas deben incrementarse significativamente. Más temprano que tarde la agricultura requerirá de mayor número variedades recombinantes (cisgénicas y transgénicas) para poder suplir a la población de alimentos y productos transables con calidad, rentabilidad y ambientabilidad (Gutiérrez-Correa, 2008).

### Corolario

Un requisito fundamental para el desarrollo del país es la valoración y fortalecimiento de su capacidad competitiva en el mercado internacional. Entre los factores que permiten que esta capacidad sea sostenible está la competitividad tecnológica (constituida por los factores especializados), ésta nos permite no sólo reducir los costos de producción y/o elevar la calidad y variedad de productos, sino que proporciona un iniciador de acción inmediata para una respuesta tecnológica rápida ante los continuos cambios en la demanda nacional e internacional. Por ello, todos los países desarrollados y algunos en vías de desarrollo han incorporado a la ciencia, base del desarrollo tecnológico, como parte fundamental de sus políticas de estado; e incluido a la biotecnología moderna como actividad prioritaria de los mismos.

El modelo bioeconómico, discutido brevemente en esta primera parte, se encuentra en marcha y trae consigo la necesidad de reconversiones en los sistemas productivos y en la adaptación de la teoría económica. En la segunda parte se tratará sobre los modelos de producción a utilizar en bioeconomía, el enfoque industrial y energético y el análisis económico de los productos bioeconómicos actuales.

### Bibliografía

Armstrong, R.E. 2002. From Petro to Agro: Seeds of a New Economy. *Defense Horizons* N° 20, p. 1-8.

Gutiérrez-Correa, M. 2005. *Ciencias Biológicas, Bioquímica, Biología Molecular y Biotecnología en el Perú*. En "La Investigación Científica y Tecnológica en el Perú" (J. Verástegui, ed.), Volumen I (ISBN 9972-53-046-9), pp.264-343, BCR-CONCYTEC, Lima.

Gutiérrez-Correa, M. 2007. Biotecnología, Biodiversidad y Bioeconomía. *Perú Económico* Enero, p. 26 – 27.

Gutiérrez-Correa, M. 2008. Bioeconomía: la economía del Siglo XXI. *Bios* 1(1): 3 – 6.

Hale, V., Keasling, J. D., Renninger, N., & T. Diagona, T. 2007. Microbially Derived Artemisinin: A Biotechnology Solution to the Global Problem of Access to Affordable Antimalarial Drugs. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 77 (Suppl 6): 198 – 202.

Herrera-Estrella, L. & Alvarez-Morales, A. 2001. Genetically modified crops: hope for developing countries? *EMBO Rep.* 2: 256 – 258.

Herring, R.J. 2008. Opposition to transgenic technologies: ideology, interests and collective action frames. *Nature Rev. Genetics* 9: 458 - 463.

Kindermans, J.-M., Pillay, J., Olliaro, P. & Gomes, M. 2007. Ensuring sustained ACT production and reliable artemisinin supply. *Malaria J.* 6:125 doi:10.1186/1475-2875-6-125.

OECD. 2006. The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda. International Futures Programme. OECD Publications, 12 p.

Ro, D.-K., Paradise, E.M., et al. 2006. Production of the antimalarial drug precursor artemisinic acid in engineered yeast. *Nature* 440: 940 – 943.

Villena, G.K. & Gutiérrez-Correa, M. 2008. Genómica funcional de hongos filamentosos. *Bios* 1(1): 28 – 31. ■

