



UNIVERSIDAD
CENTRAL

DOCUMENTOS
DE INVESTIGACIÓN

Economía
ECONOMÍA

**Intercambio de ciencia por biodiversidad,
o la adecuación del aparato científico
para el saqueo**

Sandra Patricia Santos Cárdenas

N.º 18

Diciembre de 2016



**UNIVERSIDAD
CENTRAL**
FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS,
ECONÓMICAS Y CONTABLES
Departamento de Economía

DOCUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Economía

**Intercambio de ciencia por biodiversidad,
o la adecuación del aparato científico
para el saqueo**

Sandra Patricia Santos Cárdenas

N.º **18**

Diciembre de 2016

Consejo Superior

Fernando Sánchez Torres
(presidente)

Jaime Arias Ramírez
Jaime Posada Díaz

Rubén Darío Llanes Mancilla
(representante de los docentes)

José Sebastián Suárez Rodríguez
(representante de los estudiantes)

Rector

Rafael Santos Calderón

Vicerrector académico

Luis Fernando Chaparro Osorio

Vicerrector administrativo y financiero

Nelson Gnecco Iglesias

Esta es una publicación del Departamento de Economía,
de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables.

Documentos de investigación. Economía, n.º 18.

Intercambio de ciencia por biodiversidad, o la adecuación del aparato científico para el saqueo

ISBN impreso: 978-958-26-0341-0

ISBN para PDF: 978-958-26-0342-7

Primera edición: 2016

Sandra Patricia Santos Cárdenas
Ediciones Universidad Central
Calle 21 n.º 5-84 (4.º piso). Bogotá, D. C., Colombia
PBX: 323 98 68, ext. 1556
editorial@ucentral.edu.co

Catalogación en la Publicación Universidad Central

Santos Cárdenas, Sandra Patricia

Intercambio de ciencia por biodiversidad, o la adecuación del aparato científico
para el saqueo / Sandra Patricia Santos Cárdenas ; coordinación editorial Héctor
Sanabria Rivera. -- Bogotá : Ediciones Universidad Central, 2016.

40 páginas : ilustraciones ; 28 cm. -- (Documentos de Investigación. Economía ; número
18)

Incluye referencias bibliográficas.

ISBN para PDF : 978-958-26-0342-7

1. Productividad de capital 2. Biodiversidad – Aspectos económicos 3. Biotecnología
– Aspectos económicos 4. Investigación científica – Aspectos económicos I. Sana-
bria Rivera, Héctor, coordinador editorial II. Universidad Central. Facultad de
Ciencias Administrativas, Económicas y Contables. Departamento de Economía

333.7 – dc23

PTBUC/29-10-2016

Producción editorial

Coordinación Editorial

Dirección: Héctor Sanabria Rivera

Coordinación: Jorge Enrique Beltrán

Diseño y diagramación: Patricia Salinas Garzón y Mónica Cabiativa Daza

Corrección de textos: Fernando Gaspar Dueñas

Editado en Colombia - *Published in Colombia*



Material publicado de acuerdo con los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0). Usted es libre de copiar o redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando dé los créditos apropiadamente, no lo haga con fines comerciales y no realice obras derivadas.

Contenido

Resumen	7
Introducción	9
1 Papel de la industria científica en la reproducción del capital.....	11
2 Distribución de la biodiversidad y de la biotecnología.....	13
3 Control de la biotecnología y de la biodiversidad.....	21
4 Cooperación científica y tecnológica entre los países biotecnológicamente dominantes y los biodiversos.....	25
5 Conclusiones.....	31
Bibliografía	33

Intercambio de ciencia por biodiversidad, o la adecuación del aparato científico para el saqueo

Sandra Patricia Santos Cárdenas*

Resumen

El abismo tecnológico y productivo entre los países oprimidos y los imperialistas se ha venido ensanchando, a la vez que viene ocurriendo una mayor diferenciación entre las naciones oprimidas¹. Es decir, las economías de estos países han adquirido más rasgos diferenciadores entre ellas, sin salir del rango de dominadas y, de hecho, en medio de la profundización de la dinámica de dominación.

Al respecto, la división internacional del trabajo ha marcado una clara diferenciación en el papel del primer grupo de países con respecto al segundo. Al primero se le ha asignado la producción de bienes de origen primario, con el fin de garantizar la fuente de divisas necesarias para adquirir en el mercado internacional los productos agrícolas que, por efecto de la apertura económica, el segundo grupo ha dejado de producir. De ese modo se debilita la posibilidad de este último de controlar las necesidades alimentarias de sus naciones, a la vez que estas ven incorporados sus sistemas agroalimentarios locales a los circuitos internacionales de acumulación de capital.

Más recientemente, al grupo de los países megadiversos se les ha identificado como proveedores de recursos de biodiversidad que son insumo básico de las prácticas de la bioprospección, mientras que un segundo grupo de países controla los desarrollos tecnológicos y científicos necesarios para transformar las materias primas y agregar valor a las mercancías.

Palabras clave: biodiversidad, biotecnología, bioprospección, capacidades endógenas.

* Economista y magíster en Biociencias y Derecho. Candidata a doctora en Historia de la Universidad Nacional de Colombia.

1 Esta categoría hace referencia a la desigualdad cualitativa entre las naciones que presentan un desarrollo capitalista con algún grado de proporcionalidad entre el sector de la economía productora de bienes de consumo y la productora de bienes de capital (si bien marcado por la anarquía y, en algunos casos, incipiente) y las naciones en las que la relación entre estos dos sectores es, en mayor grado, desarticulada. El desarrollo del capitalismo en las naciones oprimidas está caracterizado por ocupar un lugar muy particular en la división internacional del trabajo y por estar atado a las necesidades del capital financiero proveniente de las naciones imperialistas.

Abstract

The international division of labor has strengthened a clear distinction in the role of the oppressed nations and the imperialist ones. The first have been charged with the production of primary goods, in order to access foreign divisas to acquire the agricultural products in the international market. The oppressed nations are forced to acquire foreign agricultural products because their food production has collapsed under economic liberalization policies, undermining the possibility of deciding over the basic food needs of their nations while subordinating their agricultural production systems to the international circuits of capital accumulation. More recently, the group of megadiverse countries has been identified as a supplier of bioresources for bioprospecting while the imperialist countries appropriate these inputs and control the biotechnological innovations required to transform the raw materials and to extract and use the genetic information.

Keywords: biodiversity, biotechnology, bioprospecting, endogenous capacities.

Introducción

Este ensayo presenta una reflexión sobre la muy conocida visión de los acuerdos de bioprospección² como una posibilidad de la cooperación científica y tecnológica entre los países biotecnológicamente ricos y los biodiversos, a fin de desarrollar capacidades endógenas de ciencia y tecnología. Esta visión se enfoca en los problemas de asimetrías y, por tanto, concibe la solución como la reducción de estas, lo que omite el papel que cumple la concentración de la tecnología y la ciencia en la espiral de acumulación de capital.

Primero se presentan algunas reflexiones sobre el papel que cumplen las aplicaciones tecnológicas en el proceso de reproducción del capital. Luego se analiza la distribución de la biodiversidad y de la biotecnología en los términos de la división internacional del trabajo y de la producción de conocimiento, a fin de entender la importancia de su control.

- 2 Un buen número de los acuerdos de cooperación y, en particular, los relacionados con biodiversidad se establecen a través de contratos formales (Castree, 2003). Este es el caso del Instituto de Biodiversidad de Costa Rica (InBio), uno de los más mencionados en la literatura sobre el tema.

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB) rige en la actualidad la mayoría de los acuerdos sobre bioprospección. Una excepción es Estados Unidos, uno de los países que no ha ratificado el CDB y que, para tales fines, creó, en 1992, el International Cooperative Biodiversity Group (ICBG), cuyos trabajos son planeados por el Technical Assessment Group (TAG) y está conformado por tres instituciones públicas de los Estados Unidos: el Servicio de Agricultura Extranjera (FAS), la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) y el Instituto Nacional de Salud (NIH), dentro del cual se encuentra el Centro Internacional Fogarty (FIC), cuyo representante asume el cargo de director del Programa de Biodiversidad.

A través de una organizada división de responsabilidades, los bancos de información desarrollados y consolidados en las universidades de los Estados Unidos son controladas por el TAG. Y las empresas privadas reciben las muestras que son la materia prima para las investigaciones en bioprospección.

Al respecto, puede consultarse la página oficial del ICBG (www.icbg.org). Asimismo, puede verse Ceceña y Giménez (2003).

Papel de la industria científica en la reproducción del capital

1

Se observa que, en general, los países que presentan mayor biodiversidad carecen de un aparato científico que provea el conocimiento para agregar valor a los productos que comercializa. Pero, además, los esfuerzos científicos en estos países están cada vez menos orientados a resolver los problemas del pueblo. Los esfuerzos institucionales (cuando los hay) de los Estados de los países oprimidos por promover capacidades biotecnológicas tienen como preocupación una mejor ubicación en el intercambio internacional de mercancías. Sin embargo, esto puede significar el saqueo y la profundización de la dependencia tecnológica por la vía de convertir al ya débil aparato científico en un consumidor de las biotecnologías que se producen en los países de capitalismo avanzado o simplemente en un satélite de la división internacional que opera en la producción de conocimiento científico.

La tecnología juega un papel importante en la redefinición de los patrones de acumulación a nivel mundial. Es decir, los desarrollos nacidos de la industria de alta tecnología permiten mantener la acumulación del capital. En estas industrias el conocimiento científico ha sido incorporado a la producción de mercancías como una fuerza para la innovación, tanto de nuevos

productos como de las formas de producirlos, promoverlos y distribuirlos.

Así pues, en este contexto, el conocimiento científico ha tenido como función la solución de los problemas del capital: producción acelerada de mercancías y su realización en el mercado. Esto se ha traducido en control de mercados y materias primas y en adecuación de los aparatos institucionales (universidades, legislación, etc.) para la apropiación legal tanto de conocimiento de las comunidades locales como de recursos biológicos.

Cuando nos referimos a la producción de conocimiento científico, hablamos de un proceso necesariamente social, fruto de la actividad colectiva que se ha convertido en una fuerza de producción multiplicada. Por lo tanto, la producción de conocimiento científico no es ya más el resultado del trabajo de individuos aislados, como tampoco lo es el proceso de producción de mercancías. Dicha forma de producción de conocimiento científico solo es posible en el marco de la organización del trabajo y de la producción de mercancías, ya que este sistema de producción incorpora la ciencia y el conocimiento como una fuerza productiva del capital.

La incorporación de la ciencia a la producción crea las condiciones para consolidar un sector que se dedica a aplicar la ciencia a la innovación y, así, suministra las soluciones técnicas que requiere el proceso de reproducción del capital. De esta forma, el conocimiento científico se convierte en una mercancía y su incorporación al proceso productivo revoluciona de manera constante las fuerzas productivas³.

En el caso específico de la biotecnología agrícola, la ciencia ha sido instrumentalizada para garantizar la apropiación y el control de las semillas. El grano puede destinarse a tres fines distintos: una parte de la cosecha del cultivador individual puede ser utilizada para satisfacer las necesidades familiares; otra parte puede ser almacenada para garantizar la siguiente cosecha; y una tercera puede ser destinada al intercambio en el mercado y a la adquisición de otras mercancías (Kloppenburg, 1988). El grano, por tanto, puede ser valor de uso, y extinguirse en el consumo directo, o puede convertirse en mercancía. Darle el uso de semilla y acopiarlo se convierte en un punto estratégico en el control de la reproducción de las cosechas.

Las empresas fitomejoradoras —que invierten su capital en trabajo técnico de laboratorio,

personal científico, equipos e insumos de laboratorios, edificios, tierras y semillas— obtienen su ganancia solo cuando las semillas son vendidas a los cultivadores. De esta forma, las semillas se convierten en medio de producción de los cultivadores y el excedente que obtienen las empresas es reinvertido en un nuevo ciclo de reproducción de semillas. Esto requiere, en primer lugar, la apropiación y control de la producción de la semilla y la consecuente expropiación del productor directo.

Pero, si el cultivador tiene la opción de almacenar el grano de su cosecha para un próximo ciclo de producción, no tiene que recurrir al mercado para abastecerse. En este caso, las empresas fitomejoradoras o las comercializadoras de semillas no podrían vender sus semillas y se truncaría así el ciclo de acumulación de capital. Este es el punto clave en el control tanto de la capacidad de reproducción como de la semilla misma, entendida como el inicio del proceso de producción de cosechas. Este es el marco en el que se analizará la brecha de capacidades científico-técnicas entre los países que controlan el conocimiento en biotecnología y los países que poseen la biodiversidad.

3 Esta circunstancia fue analizada por Marx en su profundo análisis del surgimiento y dinámica del capitalismo. Así, por ejemplo, afirma que “las invenciones se convierten, entonces, en una rama de la actividad económica y la aplicación de la ciencia a la producción inmediata misma se torna en un criterio que determina e incita a esta” (Marx, 2009).

Distribución de la biodiversidad y de la biotecnología

2

¿En dónde está la biodiversidad?

La distribución espacial de la biodiversidad es el fruto de la interacción de diversos procesos en escalas temporales y espaciales distintas. Aquí podríamos mencionar procesos históricos, ambientales y funcionales entendidos como las relaciones establecidas entre las especies (Nogués, 2003).

Las siete naciones biológicamente más ricas, aquellas que poseen entre el 70 % y el 80 % de las especies de la tierra, son Brasil, Colombia, México, Zaire, Australia, Indonesia y Madagascar. Todas ellas, a excepción de Australia, son naciones oprimidas. (El mapa de la figura 1 permite ver la distribución de la biodiversidad, incluye mamíferos, reptiles, anfibios y espermatófitos).

Por su parte, los países económicamente más poderosos del mundo son genéticamente más pobres, dada su ubicación geográfica. Estos países son Estados Unidos, Japón, Gran Bretaña, Francia, Alemania, Italia y Canadá. (El mapa de la figura 2 muestra el ingreso *per capita* de las

naciones; en este, la ubicación de los países tiene un patrón contrario al mapa de la figura 1).

Otro aspecto es el que tiene que ver con la interacción de las especies y la relación del hombre con la naturaleza. Las primeras sociedades que desarrollaron la domesticación de plantas y animales contribuyeron al desarrollo de las especies que son hoy la principal fuente de alimentación humana. Al respecto, Kloppenburg (2005) señala los cultivos relacionados con los centros de origen establecidos por Vavilov (figura 3). En la tabla 1, se listan algunos de los cultivos de importancia económica y para la alimentación humana relacionados con los centros de origen indicados por Vavilov⁴.

A pesar de esta distribución natural a favor de los países oprimidos, hoy los principales abastecedores de alimentos mundiales son aquellos como Estados Unidos, en donde se ha desarrollado una agricultura productiva con cultivos que, en su mayoría, no son originarios de esas regiones, sino que han sido desarrollados por los pueblos de naciones que hoy acusan altos grados de dependencia de alimentos im-

4 La lista completa puede consultarse en Kloppenburg (1988).

portados. Como Kloppenburg lo afirma: “[los cultivos] han sido introducidos de otro lugar, principalmente de lo que es hoy el tercer mundo. El desarrollo de las naciones de capitalismo avanzado ha sido predicado sobre la transferencia de germoplasma desde la periferia” (Kloppenburg 1988, traducción propia).

La territorialidad y los derechos sobre los recursos genéticos han sido un punto neurálgico en negociaciones de tratados y acuerdos. En particular, en cuanto a los recursos fitogenéticos para la alimentación, el Compromiso Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 1983) establece que estos recursos son un bien común de la humanidad.

La categoría de bien común de la humanidad fue uno de los puntos más agudos en las negociaciones, que darían origen al Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2001). Y lo fue porque, una vez que las muestras han sido colectadas en los lugares de origen, son almacenadas en bancos de germoplasma que, a menudo, se ubican en los lugares de origen del cultivo por cercanía al recurso y se convierten en la materia prima para el desarrollo de nuevas variedades. Los derechos de los propietarios de la tecnología se reconocen a través de los derechos de obtentor o patentes. Pero los derechos de los donantes del germoplasma no tienen reconocimiento efectivo.

El Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (2001) no incorpora el concepto de *bien común de la humanidad* debido a que este fue negociado luego de la firma del Convenio de Diversidad Biológica, en 1992, que reconoció la soberanía de los países de origen. El tratado estableció, en el Anexo

1, la lista de cultivos incluidos en el sistema multilateral según el criterio de su importancia para la seguridad alimentaria. De acuerdo con el artículo 11.1, “el sistema multilateral deberá abarcar los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura enumerados en el Anexo I, establecidos con arreglo a criterios de seguridad alimentaria e interdependencia” (FAO, 2001).

¿Dónde se desarrolla la biotecnología de punta?

Este análisis se centra en los cambios que ha experimentado el desarrollo de la biotecnología después de la aplicación de la tecnología de ADN recombinante y su mayor vinculación a la forma de producción imperialista. Se trata del complejo tecnológico sobre la materia viva que aprovecha “el conocimiento de la estructura y fisiología celular, haciendo uso de la genética, fisiología, bioquímica, física y el cultivo de células y tejidos y la manipulación de los procesos de fermentación y en particular la biología molecular, vía la aplicación de la tecnología del ADN recombinante” (Estrada, 1993).

Las aplicaciones de la biotecnología son amplias en el campo médico, industrial, agrícola y de ambientes marinos. La cadena de producción y comercialización de alimentos es un campo importante en la aplicación de la biotecnología. En el pasado, se trataba de un sector con alto grado de descentralización. Hoy, buena parte de la producción estratégica está en manos de unas pocas compañías; es decir, la cadena de producción de alimentos se ha centralizado⁵. Esta situación, además de transformar la propiedad de los capitales, permitió que las grandes industrias permearan las discusiones de política pública y los programas científicos y académicos.

5 Esta situación hace referencia al planteamiento de Marx en el que lo define como “concentración de capitales ya formados, abolición de la independencia individual, expropiación de un capitalista por otro, transformación de muchos capitales menores en pocos capitalistas mayores” (Marx, 1984, p. 529).

Figura 1. Distribución de la biodiversidad (Williams et ál., 1997)

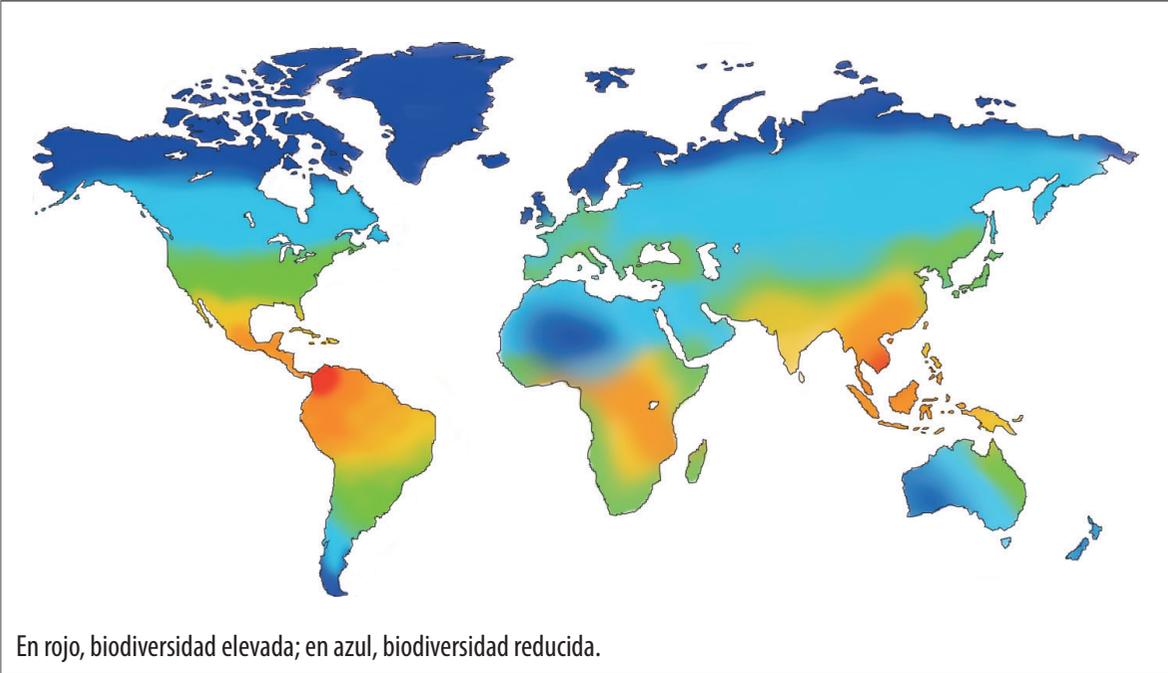


Figura 2. Ingreso per capita de las naciones (Population Reference Bureau, 2015)

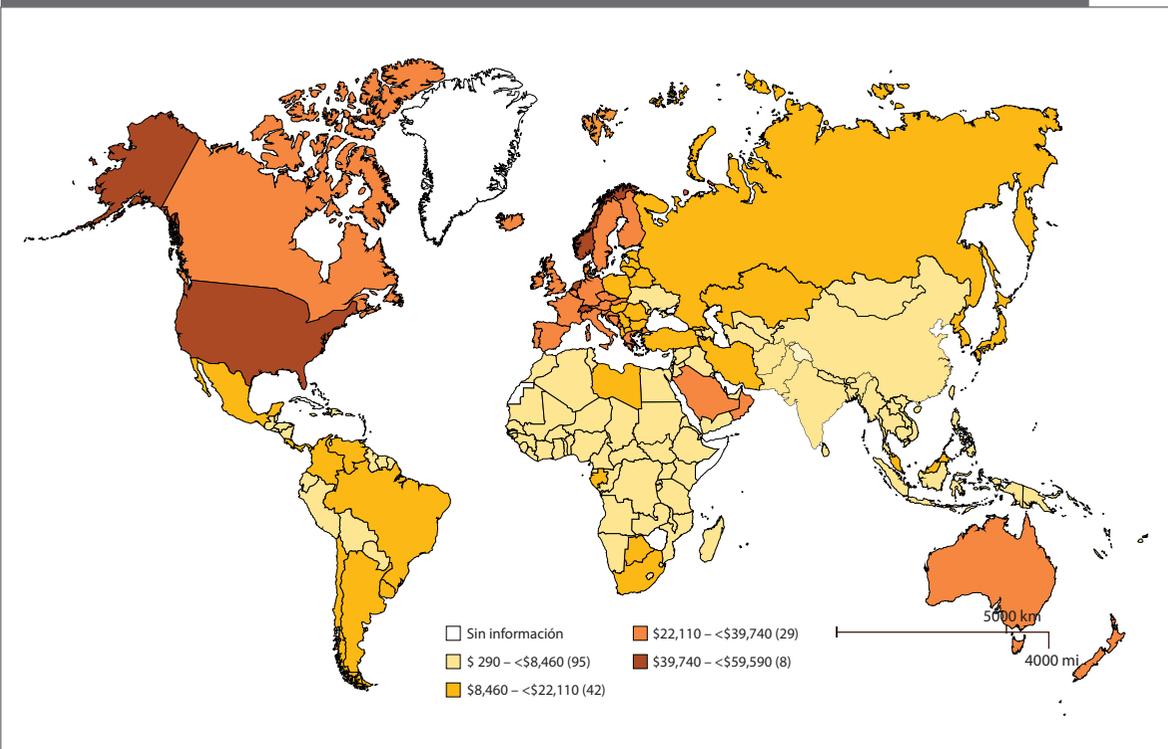


Figura 3. Centros de diversidad genética de plantas según Vavilov (Kloppenbug, 1988)



Tabla 1. Cultivos de importancia económica y para la alimentación humana relacionados con los centros de origen indicados por Vavilov (por continentes)

África	<p>Etiopía: trigo.</p> <p>Mediterráneo: avena, oliva.</p> <p>África occidental: mijo, palma de aceite, sorgo.</p>
Centroamérica y Suramérica	<p>Brasil - Paraguay: cacao, yuca, caucho.</p> <p>Centroamérica: frijol, maíz, algodón, tabaco, cacao.</p> <p>Perú-Ecuador-Bolivia: frijol, maíz, algodón, pimienta, papa, cacao.</p>
Asia	<p>Asia Menor: lenteja, remolacha, uva, arveja.</p> <p>Asia Central: banano, caña de azúcar, batata.</p> <p>China: mijo, avena, soya, sorgo, té.</p> <p>Indo malasio (Assam y Burma): arroz, amaranto, mijo, batata.</p> <p>Indo malasio (Indochina y archipiélago malayo): banano, caña de azúcar, toronja, pimienta.</p>
Norteamérica	<p>Girasol, mora.</p>
Europa del norte	<p>Avena, centeno.</p>

El problema del hambre mundial es una situación crítica en los países oprimidos. La figura 4 muestra el número de personas (en millones) en estado de subnutrición por regiones del mundo para 2010 y el número de personas subnutridas en el mundo desde 1969-1971 hasta 2010.

La solución de esta situación involucra muchos más aspectos que el mero aumento de los volúmenes de producción. En especial, algunos científicos, académicos y sectores de la industria han impulsado o apoyado políticas que favorecen el aumento de la productividad de los cultivos a través de la biotecnología agrícola como estrategia para hacer frente al hambre mundial. Sin embargo, la realidad muestra que los “hambrientos del mundo” han aumentado y que la aplicación de estas técnicas ha favorecido la penetración del capital en campos en los que antes no lo hacía, lo que le permite extraer ganancias nuevas.

Las repercusiones de esta tendencia, en cuanto a la concentración del capital, son relevantes a la

hora de analizar el entorno y la motivación que promueve el desarrollo de la biotecnología en el mundo. Esto para no caer en la discusión simplista en torno a si la biotecnología es buena o mala en sí misma y para no limitarnos a la simple descripción de los acuerdos de cooperación y a la cuestión de si estos reportan o no beneficios, ya que, con o sin distribución de beneficios, la estructura internacional de intercambio y producción de conocimiento se mantiene y profundiza. En una sociedad caracterizada por la desigualdad, la técnica se articula al aparato productivo y profundiza la brecha entre pobres y ricos, al solucionar necesidades de acumulación del capital.

Treinta años atrás, existían miles de compañías de semillas e instituciones públicas de mejoramiento de cultivos. Ahora, tan solo diez transnacionales controlan más de dos tercios de las ventas mundiales de semillas, resguardadas por fuertes regímenes de propiedad intelectual.

Figura 4. Número de personas subnutridas en el mundo (FAO)

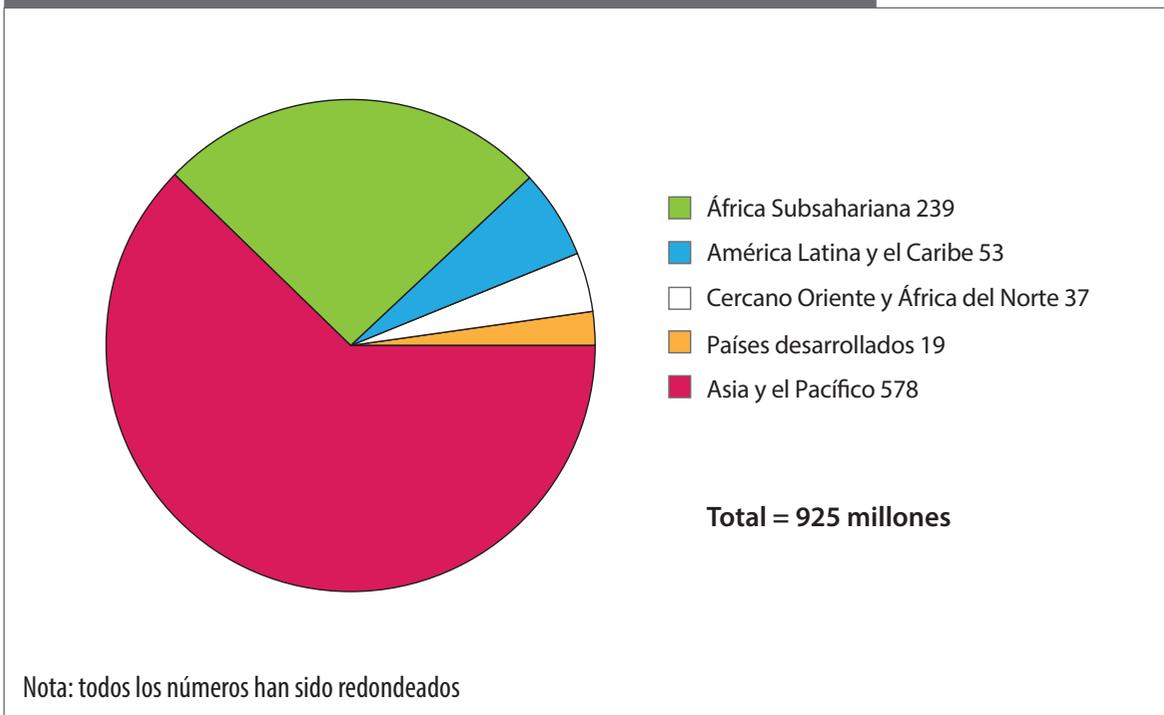


Figura 5. Diez principales compañías de semillas patentadas según su participación (Group ETC, 2008)

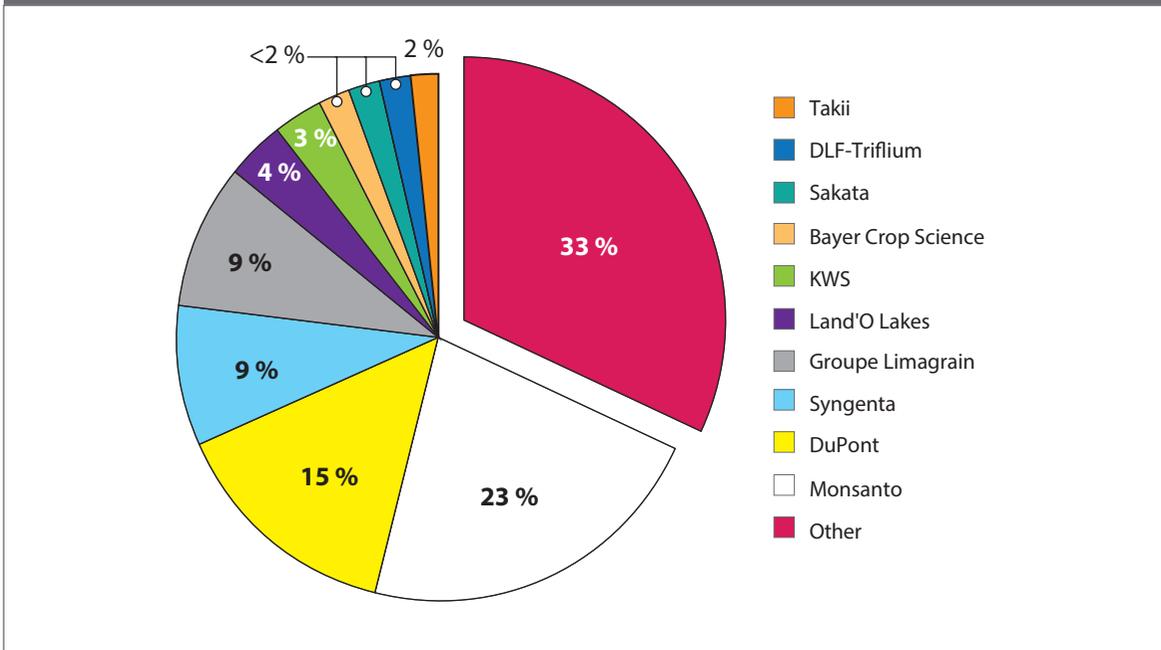
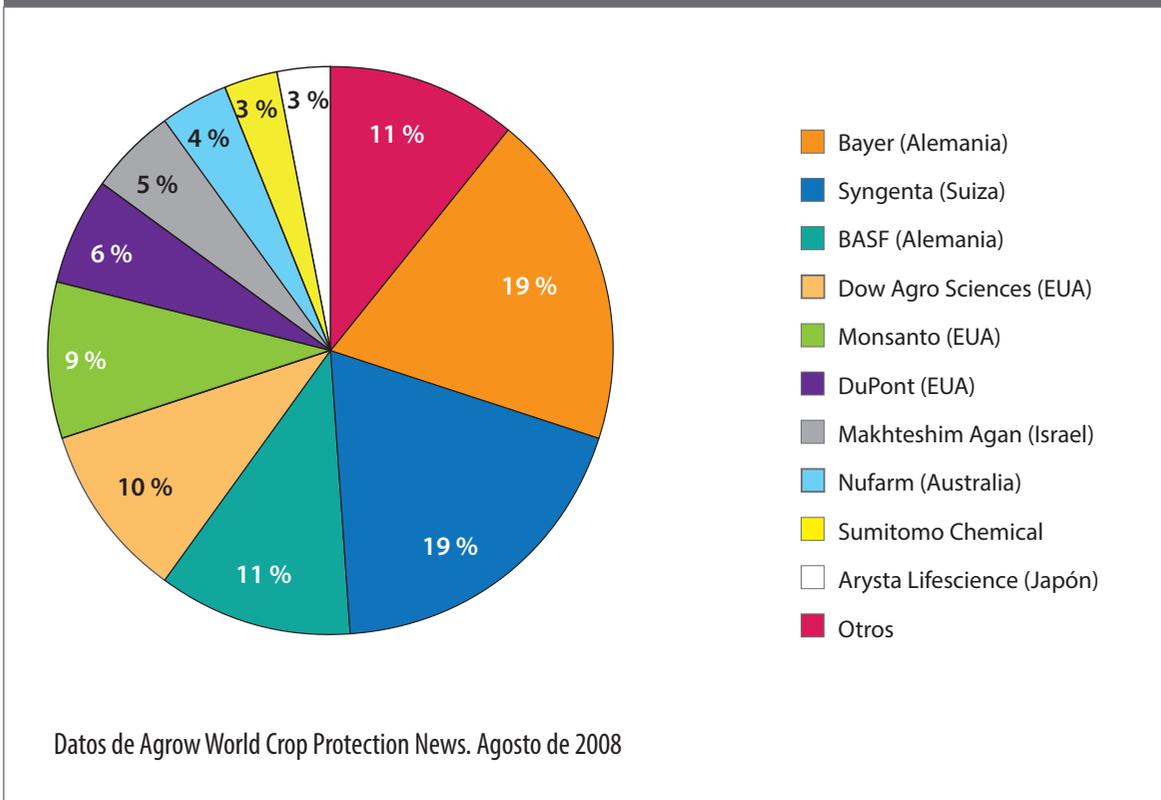


Figura 6. Compañías de plaguicidas más importantes en el mercado mundial. (Group ETC, 2008)



Veamos cómo se ha dado este proceso de centralización:

1. Se ha reducido el número de compañías de semillas dedicadas a la biotecnología agrícola (figura 5).

Para el año 2008, el 67 % del mercado mundial de semillas patentadas era controlado por las diez principales compañías. La forma de operar de estas compañías indica que se está fortaleciendo el “cartel tecnológico”. Al respecto, Mitchel (2007) afirma que, al parecer, “el negocio de la manipulación genética se está convirtiendo en una batalla solo para gigantes”.

Los grandes capitales han absorbido a los pequeños y han mantenido el monopolio. Así lo describe el ETC Group: “Al aceptar las licencias cruzadas de patentes de germoplasma y tecnologías, al consolidar los esfuerzos de investigación y desarrollo y

terminar con los costosos litigios de propiedad intelectual, las principales compañías mundiales de agroquímicos y de semillas están reforzando el poder de los mercados de primer nivel para su mutuo beneficio” (Grupo ETC, 2008).

2. Diez compañías de plaguicidas controlan casi el 90 % de las ventas de agroquímicos en todo el mundo (figura 6).

Cuatro de las principales compañías de agroquímicos también concentran el mercado de semillas, de modo que la estrategia es controlar toda la cadena de producción.

3. Diez empresas biotecnológicas obtienen el 75 % de los ingresos de esa industria. Para el año 2007, los ingresos del sector fueron del orden de los 78 000 millones de dólares, de los cuales, aproximadamente, 51 000 millones fueron percibidos por estas diez empresas (lo que corresponde al 66 %).

Control de la biotecnología y de la biodiversidad

3

Analicemos lo que ocurre en la industria biotecnológica. ¿Qué función puede tener la concentración de la actividad, más aún cuando se trata de una industria basada en la innovación?

La teoría económica ha caracterizado la innovación como un elemento clave de la competitividad, de modo que el mejor mecanismo para incentivar el desarrollo de la innovación es la competencia entre firmas, y no la eliminación de ella a través del monopolio. En palabras de Porter, “la competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar. La empresa consigue ventaja competitiva mediante innovaciones” (Porter, 1990).

¿Cómo podemos entender este proceso y qué implicaciones tiene para los países con bajo nivel de desarrollo de biotecnología?

Con la transformación del capitalismo en imperialismo, la tendencia monopólica de la producción agudizó la contradicción entre la producción socializada y la apropiación privada de los medios de producción. Esto implica que la competencia es reducida y el monopolio se impone. Surgen acuerdos entre monopolios cuyo capital tiene base en diferentes países y

que tienen la capacidad de fijar condiciones de comercialización y de precios, además de repartirse los mercados. De esta forma, la producción de la biotecnología está estrechamente ligada al control de la cadena de producción de alimentos, así como a la elevación de las ganancias del capital internacional.

Entonces, debemos decir que la tendencia monopólica en la industria de la biotecnología es una expresión de la lógica de acumulación de capital y que, por tanto, poco tendrá que ver con la promesa de dar de comer al mundo. Marx y Engels lo explicaron así: “la masa de capitales fundidos de un día para otro por la centralización se reproducen y aumentan como los demás, aunque más de prisa, y se convierten, así, en nuevas palancas potentes de la acumulación social. Por eso, cuando se habla del progreso de acumulación social, se incluye implícitamente los efectos de la centralización” (Marx y Engels, 1975).

El alto grado de concentración no solo se ha dado en relación con unas pocas compañías, sino también en relación con los países. Si examinamos los países de origen de estos capitales, veremos que tienen una base nacional bien definida. Estados Unidos concentra buena parte de los capitales dedicados a la biotecnología.

Dado lo anterior, es posible afirmar que las técnicas usadas en los procesos biotecnológicos se han aplicado, en el caso de la agricultura en particular, como un mecanismo para controlar la producción de alimentos y garantizar la obtención de ganancias. No podemos olvidar que el contexto económico en el que estas técnicas son desarrolladas determina sus rasgos. Es decir, están en función de las necesidades del sistema productivo y resuelve sus problemas de acuerdo con su visión del mundo.

Entonces, podríamos hacernos la siguiente pregunta: ¿por qué la biotecnología sería una respuesta al hambre si el planeta podría proporcionar a cada cual la ración de alimentos que necesita? (FAO, 1995). La respuesta nos lleva al hecho de que hoy el hambre no se debe a la baja producción. Se debe a la dominación de unos países sobre otros y al hecho de que el criterio para la producción es la ganancia, y no las necesidades humanas.

Los países ricos en biodiversidad, pero, a la vez, con bajos niveles de desarrollo de biotecnología, han sido el blanco de la rapiña por el control de los recursos biológicos. La transferencia de recursos genéticos ha sido una constante en las relaciones que los países con desarrollo capitalista han establecido con países oprimidos. Desde Colón⁶, que llevó maíz y fríjol a Europa, hasta nuestros días, los recursos genéticos han sido un botín. Querol lo ilustra así en el caso del caucho:

Brasil, a finales del siglo pasado, controlaba el 95 % de las exportaciones mundiales de caucho, a partir de árboles de *Hevea brasiliensis*. Por razones de interés científico, botánicos ingleses tomaron ilegalmente germoplasma para estudiarlo en los Jardines Botánicos Reales en Kew. Pocos años después, Sri Lanka, Singapur

y Malasia, colonias británicas, tenían plantaciones de *Hevea brasiliensis* que redujeron la industria brasileña al 5 % del mercado, con las consecuentes crisis sociales en muchas partes del país. (Querol, 1993, p. 82)

Hoy, la biodiversidad es la materia prima para la industria farmacéutica y agrobiotecnológica, de modo que garantizar el acceso a estos recursos es un asunto decisivo. Por esto, los países con desarrollos biotecnológicos han implementado políticas de Estado, a las que les han otorgado el estatus de “seguridad nacional”, para la creación, bajo su dominio, de bancos de semillas y colecciones vivas.

El Grupo Consultivo de Investigación Agrícola Internacional (CGIAR) es una red de 15 centros de investigación en cuyas colectas se encuentran depositadas aproximadamente 600 000 muestras de semillas útiles para la agricultura (Granados, López y Hernández-García, 2009). El 16 de octubre de 1994, la mayoría del germoplasma resguardado en los bancos genéticos del CGIAR pasó formalmente a estar bajo la protección de la FAO, como parte de las negociaciones del Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Otro caso, quizás más dramático, es el manejo que el Gobierno de los Estados Unidos le ha dado a la provisión de material para la industria a través del Technical Assessment Group (TAG) (mencionado al principio de este artículo).

Pero ¿indicaría esto que los países con mayor riqueza en biodiversidad podrían presionar para lograr una mejor posición en la negociación internacional? Este es el debate en el que se centran las discusiones con diversos sectores académicos, gubernamentales, movimientos políticos, ambientalistas, ONG, etc.

6 Al respecto, puede consultarse Nieto (2000).

La posición de los países imperialistas sobre este asunto puede ser condensada en la opinión de un delegado a la conferencia de la FAO, en 1983: “¿por qué cree el sur tener poder de negociación con su biodiversidad, si nosotros tenemos la biotecnología? En un futuro cercano, no necesitaremos biodiversidad para nada, ya que sintetizaremos la información genética de acuerdo con las moléculas que necesitemos y la

biodiversidad quedará solamente para amantes de la naturaleza”.

A pesar del alto grado de arrogancia y tecnoentusiasmo, la opinión de este delegado expresa los deseos de la industria biotecnológica. Lo cierto es que, por lo menos por un largo periodo, la biodiversidad seguirá siendo crucial para la industria y la lucha en ese terreno podrá agudizarse.

Cooperación científica y tecnológica entre los países biotecnológicamente dominantes y los biodiversos

4

La tensión entre los intereses de las grandes Industrias biotecnológicas, los Gobiernos, los pueblos y las organizaciones ha despertado un sinnúmero de reacciones. En los países oprimidos, diversos sectores han mostrado la necesidad de desarrollar capacidades propias en biotecnología, para lo cual entablar acuerdos de cooperación podría ser un mecanismo efectivo, al establecer una relación de mutuo beneficio en la cual las industrias biotecnológicas acceden a materiales a cambio de transferir conocimientos y entrenar el aparato científico y técnico.

El papel de la política pública en materia de convenios en biodiversidad y tratados de cooperación ya ha sido materia de debate. Autores como Escobar (1999), Brush (1999), Moran,

King y Carlson (2001) y Boisvert y Caron (2002) se preguntan si realmente la bioprospección y el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) podrían proporcionar beneficios para los países ricos en biodiversidad y, a la vez, salvaguardar los conocimientos locales. O si la bioprospección es una forma de “imperialismo ecológico”⁷ en la cual los países del norte⁸ se apropian de recursos naturales y establecen esquemas de propiedad intelectual.

Otro lado del debate ha expuesto que se esperarí­a que la bioprospección se convierta en un proceso que contribuya a establecer alianzas internacionales para implementar mecanismos efectivos de cooperación internacional, mediante los cuales los países del sur puedan crear y for-

7 Crosby (1988) aborda esta categoría haciendo una interpretación del imperialismo en términos distintos a los que desarrollara Lenin. Crosby entiende al imperialismo como la imposición de unos sobre otros o la apropiación de recursos por parte de unos países, y no como la configuración de un modo de producción mundial con características bien definidas por Lenin en el “Imperialismo. Fase superior del capitalismo”: 1) centralización de la producción de capital en gigantescas empresas que ejercen el control absoluto de la producción de mercancías y de su distribución, lo que influye decisivamente en la sociedad; 2) la fusión de los capitales bancarios e industrial para dar origen al capital financiero y a la creación de la oligarquía financiera; 3) la sustitución de la exportación de mercancías, que pasa a un segundo plano, por la exportación de capitales; 4) formación de asociaciones internacionales de capitalistas monopolistas que se distribuyen en el mundo; 5) reparto territorial del mundo entre las grandes potencias capitalistas.

8 Moran, King y Carlson (2001) usan estas categorías para referirse a países del sur, aquellos situados en el trópico y biodiversos, y países del norte, aquellos situados en zonas templadas y ricos tecnológicamente.

tales capacidades endógenas para llevar a cabo acciones de ciencia y tecnología (Duarte, 2009).

Dado que ya hemos analizado el contexto en el que se desarrolla la actividad de la bioprospección, podemos entrar a considerar el tema de la cooperación científica y tecnológica entre los países biotecnológicamente dominantes y los biodiversos para el desarrollo de capacidades endógenas de ciencia y tecnología.

La primera consideración que debemos hacer es que la subsistencia y la profundización de las asimetrías en ciencia y tecnología no pueden ser explicadas por la carencia de “voluntad política” de los Gobiernos. A pesar de que esta versión es ampliamente sostenida en varios círculos, hay que decir que esta relación es mucho más compleja y tiene determinantes económicos cruciales. Por ejemplo, Estrada afirma que

[...] la biotecnología en beneficio de nuestros pueblos solo será posible si los Gobiernos toman la decisión política de utilizar la biotecnología como herramienta del desarrollo y desarrollan las condiciones de incentivos necesarios para promoverla y llevarla a niveles de excelencia que le permitan hacerla competitiva internacionalmente. Esta actitud rectora del Estado y su inversión en capacidad e infraestructura científica básica se hacen más necesarias cuando observamos la tendencia mundial a privatizar la biotecnología y, en general, la investigación científica. (Estrada, 1993)

Así pues, trataremos de abordar aspectos de incidencia más estructural, como, por ejemplo, el papel que las universidades han desempeñado en la producción de conocimiento. Dado que la producción de biotecnología está tan fuertemen-

te concentrada en Estados Unidos, podemos analizar cuál ha sido el papel de las universidades en ese contexto, especialmente el de las universidades agrícolas (Land Grant Universities⁹).

En su creación, el público al que atendían las universidades consistía principalmente en granjeros familiares, la población rural y los consumidores. Este es uno de los aspectos que ha cambiado más dramáticamente. Después de la Segunda Guerra Mundial, las universidades establecieron vínculos más directos con la industria del agronegocio.

De ese modo, la producción de tecnología pasó rápidamente de ser de dominio público a convertirse en una mercancía que debía transarse. Entonces, si consideramos que la financiación de los proyectos de investigación provenía del Gobierno, podríamos interpretar esto como un subsidio a sectores privados en el proceso más costoso de la producción: la investigación y el desarrollo¹⁰.

Estrechar más vínculos con las universidades es cada vez más una necesidad para las empresas, dada la relevancia significativa que han adquirido las ciencias biológicas con el desarrollo de la biotecnología de punta. El mecanismo del financiamiento puede ser una herramienta útil para lograr ese objetivo. En ese sentido, podríamos señalar tres fases del financiamiento de la investigación en las universidades estadounidenses:

Antes de la Segunda Guerra Mundial, se caracterizaba por el dominio de las fundaciones privadas en el financiamiento de la investigación universitaria. Durante la Segunda Guerra Mundial, el Gobierno federal financió de manera importante la investigación, principalmente

9 Estas son instituciones de educación superior de los Estados Unidos designadas por cada Estado para recibir los beneficios de las leyes Morrill de 1862 y 1890, que establecen que estas instituciones se centrarán en la enseñanza de la agricultura, la ciencia y la ingeniería.

10 Para más detalles, puede consultarse Hightower (1973).

motivado por intereses bélicos. A finales de la década de los setenta y principios de los ochenta, la industria recuperó su participación en el financiamiento de investigación científica en las universidades, principalmente en ciencias biológicas (Kloppenbug, 2005).

Con respecto a este último punto, un estudio realizado por investigadores de Harvard concluye lo siguiente: "Mientras que el 83 % de las grandes compañías en la muestra financiaban investigación en universidades, con un promedio de 108 000 dólares por proyecto, solo el 38 % de las pequeñas lo hacían. Y eso con un promedio de apenas 19 000 dólares por proyecto" (Blumenthal et ál., 1986).

Esto indica que, al estrecharse el vínculo universidad-empresa, la participación de los grandes capitales es determinante y que, en buena medida, hace parte de la desventaja de las empresas más pequeñas, debido a que estas no tienen suficiente capital para incursionar en la financiación de investigaciones en las universidades; lo que las deja por fuera de la innovación y, por ende, de ser igualmente competitivas.

Además, a las universidades se les ha impuesto la lógica mercantil de "lo que no se vende no se produce", obligadas a competir en la carrera de la autofinanciación. Kloppenbug, analizando este proceso, afirmó en 1988: "la celosamente resguardada autonomía de los científicos decrecerá severamente. El nuevo proceso creativo se convierte así en uno de 'autonomía dirigida', mutilando a la ciencia de sus potenciales contestatarios" (Kloppenbug, 1988).

Así es como las universidades de Estados Unidos se han convertido en un engranaje de la producción de soluciones tecnológicas para el capital imperialista. Cabe aclarar que el problema aquí no es sobre la vinculación o no de la universidad con el sector productivo, o si produce soluciones para el aparato productivo. El problema de fondo es que esa forma de orga-

nización social en la que se producen las mercancías ha incorporado a las universidades en función de sus beneficios. Por ende, dado que vivimos en un mundo con tantas desigualdades y necesidades, es reprochable que el aparato educativo continúe engranándose en el mantenimiento de esa situación.

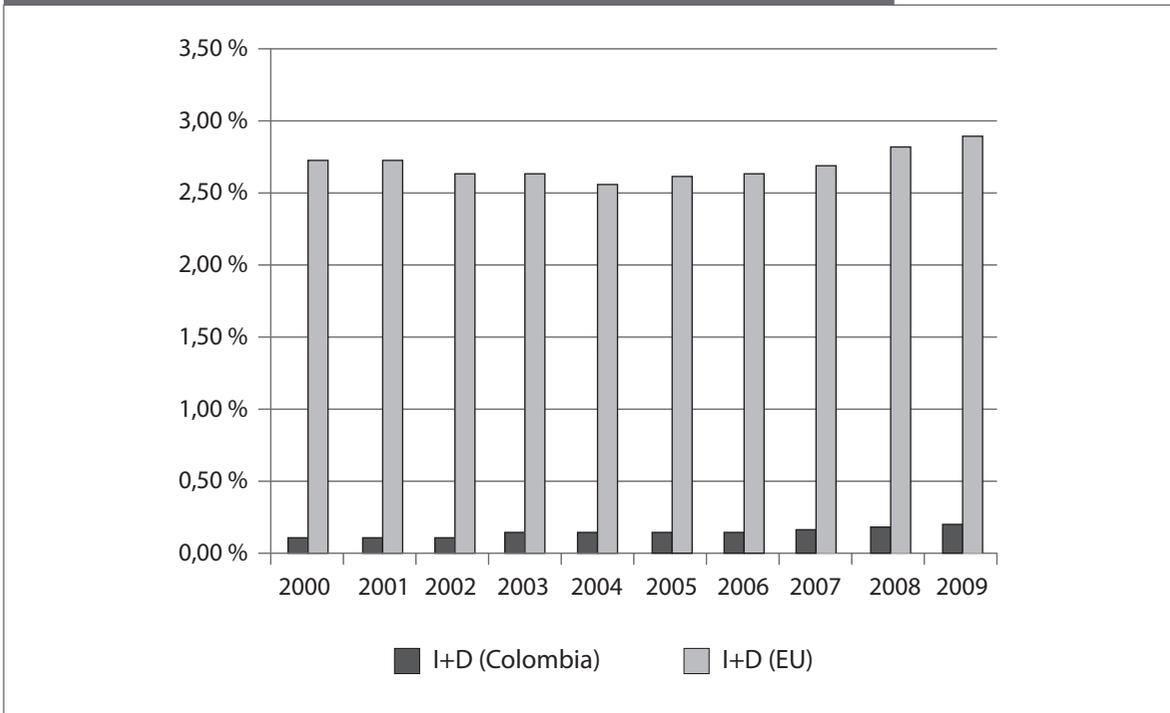
Por otro lado, en las universidades de los países con bajo nivel de producción de biotecnología, sobre la dirección/orientación de los esfuerzos científicos, investigativos y de recursos se ha planteado la contraposición entre "ciencia aplicada" o "ciencia pura". Los defensores de lo primero esgrimen que, dado que tenemos pocos recursos, es mejor asignarlos a "cosas útiles".

Si comparamos la proporción del gasto en investigación y desarrollo (I+D) de Colombia con el de Estados Unidos, un país con altos niveles de concentración de la industria biotecnológica, encontraremos que, en 2009, mientras que Colombia invirtió el 0,19 % del PIB en ciencia y tecnología, EE. UU. invirtió el 2,9 % (figura 7). Pero la mayor asimetría se encuentra en la proporción de gasto por investigador: para el 2009, en Colombia correspondió al 38 % de lo que EE. UU. gastó por investigador (figura 8).

Lo que resulta evidente es la escasez de los recursos destinados por el Gobierno colombiano al sector de ciencia y tecnología (CyT), lo que lo ubica, por debajo, incluso, del promedio de América Latina y muy lejos de Estados Unidos. Entonces, si consideramos que Colombia es un país con un bajo nivel de investigación y muchos problemas sociales por resolver, se hace indeseable una forma de organización social que enfoca los esfuerzos públicos en la comercialización de los resultados de investigación y no en la solución de los problemas de la inmensa mayoría de la población.

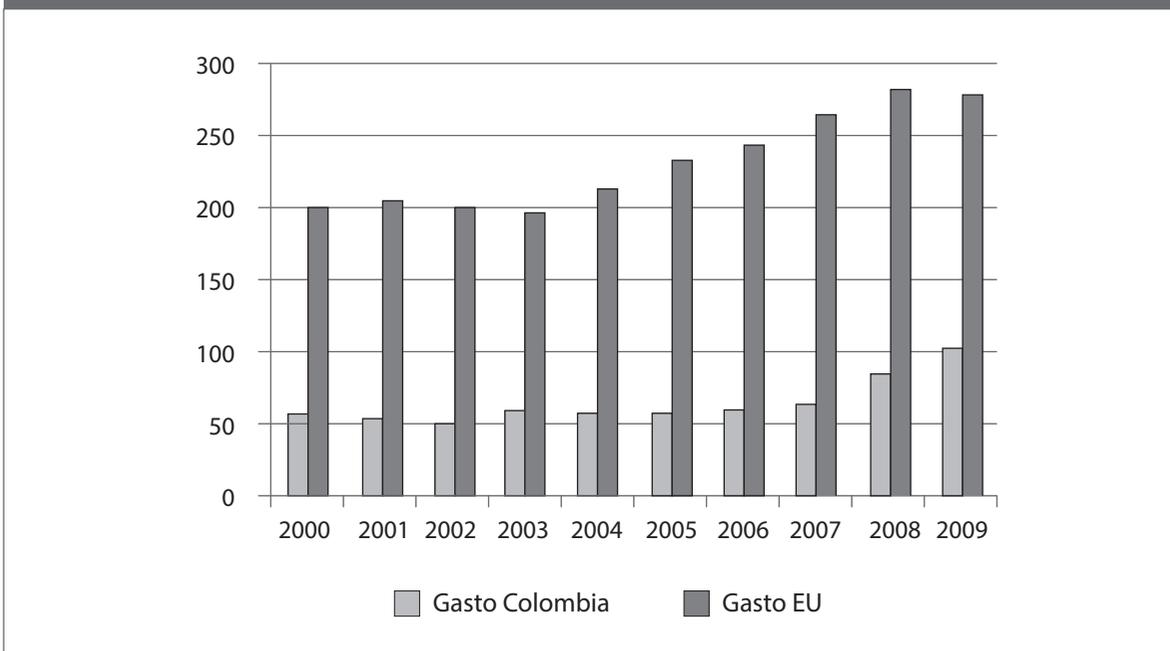
En el contexto de América Latina, las implicaciones de este asunto son resumidas por Goldstein así:

Figura 7. Gasto en ciencia y tecnología como proporción del PBI



Elaboración propia con base en cifras de la RYCYT

Figura 8. Gasto en I+D por investigador (miles de dólares a paridad poder de compra)



Elaboración propia con base en cifras de la RYCYT

Nota: el valor de gasto corresponde a la equivalencia de investigadores en jornada completa

[...] resulta evidente que nuestros reverenciados institutos de tecnología agropecuaria no nos pusieron en condiciones de competir en el mercado biotecnológico internacional. Tampoco produjeron ciencia fundamentada significativa. Su contribución tecnológica consistió en aceitar el engranaje requerido para hacer eficiente el robo de germoplasma y para optimizar el lavado de cerebro de los productores agropecuarios y entrenarlos en la compra y uso de semillas y agroquímicos producidos por las corporaciones transnacionales-semilleros-agroquímicas-farmacéuticas. (Goldstein, 1989)

Las universidades han cumplido un papel en la estructura actual de producción de mercancías y conocimiento a nivel internacional. Tanto en los países con alto grado de concentración de producción de ciencia como en los países con escaso desarrollo científico, la educación en general es un reproductor de los valores, conocimientos y racionalidad de la estructura económica. En este sentido, siempre ha estado vinculada al sector productivo y, en ambos casos, la ciencia o la producción de conocimiento ha estado impulsada por los fines de la acumulación del capital.

Un mecanismo eficiente para lograr el propósito de acceder a los recursos biológicos es la subordinación de los aparatos universitarios a la división internacional del conocimiento. Por ende, los institutos de estos países tienen labores bien definidas. Tal es el caso de su papel en la alimentación de bases de datos con información proveniente de la diversidad de ecosistemas, especies y material genético local, aunque algunas veces se disfrazan de “acuerdos para la transferencia de tecnología y la cooperación”. Esta cooptación ya la avizoraba Kloppenburg cuando afirmó:

Ahora que la propia crianza de nuevas variedades se convierte en un eslabón crucial en la valorización de la investigación biotecnológica, bien puede parecerle útil a la industria privada confinar a los Centros Internacionales de In-

vestigación Agrícola, que tienen su sede en los países del Tercer Mundo, donde se encuentra la diversidad genética, a la investigación básica y a la recolección, preservación y evaluación del germoplasma. La forma de la biorrevolución estará determinada, en última instancia, por las necesidades del capital transnacional. (Kloppen-
burg, 1988)

El aparato científico latinoamericano está inmerso en los cambios de la producción científica global. La “comunidad científica” tradicional ha cambiado su forma para convertirse en un “sistema de investigación” que articula redes, vínculos, asociaciones —algunas de ellas bastante transitorias— en torno a un problema específico, con mucha flexibilidad y funcionalidad en su articulación. Esto les permite rápidamente desintegrarse y reagruparse en la forma de “comunidades de tareas” (Vessuri, 1997).

En este marco, el desenvolvimiento de la política pública en América Latina sobre la construcción de aparatos científicos en las universidades ha tenido varios momentos. Inicialmente, se hablaba de la relación de la academia con la industria. Luego, de la universidad con la producción. Más recientemente, de la universidad con el mercado.

Estos enfoques tienen mucha relación con los momentos económicos de estos países. Si bien la ciencia y la producción de conocimiento han tenido diferentes grados de articulación al desarrollo nacional y a la estructura productiva, en general se asume que el aparato científico y tecnológico tiene un papel importante en el desarrollo nacional.

Entre 1945 y 1970, se construyeron los sistemas nacionales de I+D. La promoción de la ciencia en estos países estuvo ligada a la convergencia de intereses, tanto locales como internacionales, en articular a los investigadores en una comunidad científica internacional en la cual los problemas de investigación están influidos por

los aparatos científicos de más peso. Vessuri lo plantea del siguiente modo:

[...] las agendas de los científicos de la periferia subdesarrollada se definen de manera tal que, a menudo, no pueden evitar descuidar problemas claves para la economía y la sociedad de sus países en el intento por ganar visibilidad internacional. Con frecuencia, saben más de temas que corresponden a los países centrales que a sus propios países. (Vessuri, 1997)

Esta situación pone de manifiesto el hecho de que todo aparato científico está inmerso en las relaciones que el sistema económico ha establecido a nivel mundial. En ese sentido, los aparatos científicos latinoamericanos se han desarrollado al ritmo de las presiones que mueven una economía atada a las relaciones imperialistas, con profunda dependencia del comercio internacional y escaso desarrollo de la producción local.

Ahora bien, en el contexto actual de la economía colombiana de desindustrialización, dependencia alimentaria y promoción de la economía extractiva de materias primas para la agroindustria, las universidades y los aparatos científicos sufren fuertes presiones para su adaptación y funcionalización a dicho plan.

Hoy se espera que las universidades, y los conocimientos que ellas producen, tengan una mayor conexión con el mercado. Pero, dadas las condiciones productivas y de comercialización de estas economías, a estos aparatos científicos no se les ofrece otra alternativa que estrechar más sus vínculos con las agendas internacionales de investigación. Esta alternativa profundiza una situación en la cual la producción de conocimiento, con aplicación industrial o tecnológica, es aprovechada para el beneficio de firmas industriales de países con capacidad de comercialización y apropiación.

Las recientes reformas del sistema universitario y los nuevos elementos de la orientación hacia la investigación pueden estar generando una nueva “fase caliente”¹¹ entre la producción y la academia local como un eslabón en la cadena de producción global de soluciones biotecnológicas basadas en el “aprovechamiento” de la biodiversidad. En dicha fase caliente, las agendas de investigación locales competirán por cumplir los estándares exigidos por los financiadores y las redes de conocimiento internacional, lo que hará que le den más la espalda a los problemas locales y pierdan más autonomía.

11 Estas fases calientes son definidas por Vessuri (1997) como los momentos en los que “las investigaciones básicas se transforman directamente en procesos de innovación tecnológica”. Por su parte, las fases frías son definidas como los momentos en los que “se desarrollan nuevos campos de ciencia aplicada e ingeniería”.

Conclusiones

Los acuerdos de cooperación científica y tecnológica entre los países con desarrollos biotecnológicos y los países biodiversos deben considerar aspectos estructurales, principalmente el sistema productivo que los impulsa y al cual refuerzan.

La desigualdad en desarrollo, ciencia y tecnología entre países no corresponde, de ninguna manera, a inferioridades innatas. Esta situación es fruto de las relaciones de producción y dominación política en las cuales las investigaciones y el proceso de investigación se desarrollan. Así lo expone Goldstein: “Vivimos en un ambiente poco propicio para la originalidad y para la invención. Los problemas no están en nuestros genes: están en nuestro ambiente. Nuestra debilidad científica y tecnológica tiene causas políticas, y solo se revertirá cuando nuestros objetivos nacionales se transformen” (Goldstein, 1989).

Esto supone un estrechamiento de la relación universidad-empresa que, si bien se ha venido profundizando, promoviendo e institucionalizando en los países de América Latina, es aún muy débil; en parte porque esta relación se da sobre la base de la rentabilidad, sumado a que lo más débil de esta relación es el escaso grado

de consolidación del aparato productivo nacional. Si esta carrera por acceso a recursos se mantiene, estos institutos se inclinarán cada vez más a las necesidades del capital y menos a las del pueblo de Colombia u otra parte del mundo.

El control sobre capacidades de CyT y biodiversidad es uno de los objetivos de las negociaciones sostenidas entre los dos tipos de países. Otro elemento que hay que tener en cuenta es el hecho de que los países oprimidos tienen un alto potencial como mercado de productos de la bioingeniería. Entonces, los capitales de los países imperialistas estarán interesados en garantizar el acceso tanto a los recursos como a los mercados.

Se observa que, en general, los países que presentan mayor biodiversidad carecen de un aparato científico que provea el conocimiento para agregar valor a los productos que comercializa. Pero, además, se constata que, en estos países, los esfuerzos científicos están cada vez menos orientados a resolver los problemas del pueblo.

En los países oprimidos, los esfuerzos institucionales (cuando los hay) para promover capacidades biotecnológicas tienen como pre-

ocupación una mejor ubicación en el intercambio internacional de mercancías. Sin embargo, esto puede significar el saqueo y la profundización de la dependencia tecnológica; lo que convierte al ya débil aparato científico en un

consumidor de la biotecnología que se produce en los países de capitalismo avanzado o en un satélite de la división internacional del conocimiento científico.

Bibliografía

- Blumenthal, D., Gluck, M., Louis K. S. y Wise. D. (1986). Industrial support of university research in biotechnology. *Science*, 231, 242-246.
- Boisvert, V. y Caron, A. (2002). The convention on biological diversity: An institutionalist perspective of the debates. *Journal of Economic Issues*, 36(1), 151-166.
- Brush, S. (1999). Bioprospecting the public domain. *Cultural Anthropology*, 14, 535-555
- Castree N. (2003). Bioprospecting: From theory to practice (and back again). *Transactions of the Institute of British Geographers*, 28.
- Ceceña, A. E. y Giménez, J. (2003). Hegemonía y bioprospección: el caso del International Cooperative Biodiversity Group. *Revista Theomai*, 99. Consultado el 2 de marzo de 2011 en www.redalyc.org/articulo.oa?id=12499408.
- Crosby, A. W. (1988). *Imperialismo ecológico: la expansión biológica de Europa, 900-1900*. Barcelona: Crítica.
- Duarte, O. (2009). La bioprospección como mecanismo de cooperación para la construcción de capacidades endógenas en ciencia y tecnología y análisis de las capacidades en Colombia para adelantar procesos de bioprospección. *Revista CTS*, 12(4), 1-26.
- Escobar, A. (1999). Alter nature: Steps to an antiessentialist political ecology. *Current Anthropology*, 40(10), 1-30.
- Estrada, R. (1993). Biotecnología e ingeniería genética en América Latina. En J. Aragón (comp.), *Biotecnología, recursos fitogenéticos y agricultura en los Andes* (pp. 147-180). Lima: CCTA.

- FAO (1995). *Necesidades y recursos. Geografía de la agricultura y la alimentación*. Roma: Ministerio español de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- FAO (1983, noviembre). Consultado el 2 de enero de 2011 en www.fao.org/ag//CGRFA/Spanish/iu.htm.
- FAO (2001, noviembre). Consultado el 2 de enero de 2011 en <http://www.fao.org/ag//CGRFA/Spanish/itpgr.htm#text>.
- Goldstein, D. (1989). *Biotecnología, universidad y política*. México: Siglo XXI.
- Grupo ETC (2008, noviembre). ¿De quién es la naturaleza? El poder corporativo y la frontera en la mercantilización de la vida. Consultado el 15 de enero de 2011 en http://www.etcgroup.org/upload/publication/709/03/etc_won_report_spa23dic08.pdf.
- Hightower, J. (1973). Hard tomatoes, hard times: A report of the Agribusiness Accountability Project on the failure of America's Land Grant College Complex.
- Kloppenborg, J. (1988). La biotecnología en Estados Unidos y el Tercer Mundo. *Revista Mexicana de Sociología*, 50(1), 97-120.
- Kloppenborg, J. (2005). *First the seed. The political economy of plant biotechnology, 1942-2000*. EE. UU.: University of Wisconsin Press.
- Lenin, V. (1975). *El imperialismo, fase superior del capitalismo*. Pekín: Ediciones en Lenguas Extranjeras.
- Marx, K. y Engels, F. (1975). *Obras de Marx y Engels*. Barcelona: Grijalbo.
- Marx, K. (2009). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política (Grundrisse), 1857-1858* (vol. 2). España: Siglo XXI.
- Marx, K. (1984). *El capital: crítica de la economía política*. México: FCE.
- Mitchel, P. (2007). GM gigants pair up to do battle. *Nature Biotechnology*, 25, 695-696.
- Moran, K., King, S. y Carlson, T. (2001). Biodiversity prospecting: Lessons and prospects. *Annual Review of Anthropology*, 30, 505-526.
- Nieto, M. (2000). *Remedios para el imperio: historia natural y la apropiación del Nuevo Mundo*. Bogotá: ICANH.
- Nogués, D. (2003). El estudio de la distribución espacial de la biodiversidad: conceptos y métodos. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 29, 67-82.
- Population Reference Bureau (2011). *World Population*. Consultado en <http://www.prb.org/>.

- Porter, M. (1990). *La ventaja competitiva de las naciones*. Nueva York: Free Press.
- Querol, T. (1993). Conservación y utilización de la biodiversidad. En J. Aragón (comp.), *Bioteología, recursos fitogenéticos y agricultura en los Andes* (pp. 75-120). Perú: CCTA.
- Granados, D., López, G. y Hernández-García, M. (2009). Recursos genéticos, biotecnología y propiedad intelectual. *Revista Chapingo*, 15(2), 127-140.
- Vessuri, H. M. C. (1997). La academia "va al mercado". *Revista Pensamiento Universitario*, 5(6), 45-58.
- Williams, P. H., Prance, G. T., Humphries, C. J. y Edwards, K. S. (1997). *Biogeography & Conservation Lab*, Londres: The Natural History Museum.



La preparación editorial de *Intercambio de ciencia por biodiversidad, o la adecuación del aparato científico para el saqueo* estuvo a cargo de la Coordinación Editorial de la Universidad Central.

Se utilizaron en su composición fuentes Palatino y Myriad Pro.