

▶ **O28**  
Bioética

FROM THE MENDEL'S GARDEN TO THE  
FARM OF WILMUT. GREAT HOPES OR  
LOST ILLUSIONS?

DO JARDIM DE MENDEL ATÉ A GRANJA  
DE WILMUT. GRANDES ESPERANÇAS  
OU ILUSÕES PERDIDAS?

▶ José Ramón Acosta Sariego\*

# Del jardín de Mendel a la granja de Wilmut

## ¿Grandes esperanzas o ilusiones perdidas?

▶ Fecha Recepción: Enero 10 de 2009

▶ Concepto Evaluación: Marzo 3 de 2009

▶ Fecha Aceptación: Julio 20 de 2009

\* Médico. Especialista de 2° Grado en Salud Pública. Profesor Titular de la Universidad Médica de La Habana. Magister en Bioética. Coordinador Académico de la Maestría de Bioética de la Universidad de La Habana. Presidente del Club Martiano de Bioética de la Sociedad Cultural José Martí.  
E-mail: joseacosta@giron.sld.cu



## RESUMEN

El presente artículo de reflexión desarrolla la hipótesis siguiente: la manipulación genética no es un pecado ético. La humanidad no puede renunciar a los usos agrícolas de las biotecnologías, ¿cómo es posible entonces aplicar con responsabilidad el principio precautorio en el contexto de una economía global ávida de ganancias y carente de escrúpulos?, ¿cómo discernir con un margen razonable de bioseguridad aquellas aplicaciones destinadas a la producción de alimentos que no comprometan la salud humana y no agredan irreversiblemente la biodiversidad? La consideración del impacto de los avances biotecnológicos en la salud humana como fenómeno global, pasa necesariamente por el tamiz del análisis del equilibrio medioambiental. La confluencia de estas ideas, más allá de su derrotero ético-filosófico es esencial para la búsqueda del mínimo moral de la cultura de la supervivencia que enunció Van Rensselaer Potter.

## Palabras Clave

Transgénicos, manipulación genética, biodiversidad, bioética, equilibrio medioambiental.

▶ 029

## ABSTRACT

The present article of reflection develops the following hypothesis: the genetic manipulation is not an ethical sin. The humanity cannot resign to the agricultural uses of the biotechnologies, how it is possible then to apply with responsibility the precautionary principle in the context of devoid a global economy eager for gains and of scruples? , how to discern with a reasonable margin of bio-security those applications destined to the food production that does not jeopardize the human health and it does not assault the biodiversity irreversibly? The consideration of the impact of the biotechnological advances in the human health like a global phenomenon, happens necessarily through the sieve of the analysis of the environmental balance. The confluence of these ideas, beyond its ethical-philosophical map course is essential for the search of the moral minimum of the culture of the survival that it enunciated Van Rensselaer Potter.

## Key Words

Transgenic, genetic engineering, biodiversity, bioethics, environmental balance

## RESUMO

O presente artigo de reflexão desenvolve a seguinte hipótese: a manipulação genética não é um pecado ético. A humanidade não pode renunciar aos usos agrícolas das biotecnologias, como é possível aplicar com responsabilidade o princípio precatório no contexto de uma economia global ávida de lucro e carente de escrúpulos?, Como escolher com uma margem razoável de biossegurança aquelas aplicações destinadas para a produção de alimentos que não comprometem a saúde humana e não agredem irreversivelmente a biodiversidade? A consideração do impacto dos avances biotecnológicos na saúde humana como fenômeno global, passa precisamente pelo filtro da análise do equilíbrio do meio ambiente. A confluência destas idéias, mais do que seu derrotero ético-filosófico é essencial para a busca do mínimo moral da cultura da sobrevivência que enunciou Van Rensselaer Potter.

## Palavras Chave

Transgênicos, manipulação genética, biodiversidade, bioética, equilíbrio meio ambiente

En mayo de 1994, la *Food and Drugs Administration* de Estados Unidos (FDA) aprobó la comercialización del tomate *Flavr Svr* producido por la empresa *Calgene*. La autorización para el escalado productivo de ese vegetal genéticamente modificado resultó el prolegómeno de una nueva era agrícola: la biotecnológica. Las imágenes de los enormes y jugosos tomates transgénicos de *Calgene* fueron difundidas ampliamente por la gran prensa despertando, la esperanza en un futuro inmediato y factible donde los altos rendimientos de los cultivos transgénicos contribuirían decisivamente a la eliminación del déficit en el consumo de alimentos esenciales.

La principal modificación genética introducida al *Flavr Svr* fue la adición de un gen "*antisentido*" artificial para evitar la síntesis de la proteína responsable de su degeneración después de la maduración, lo que aumentaba ostensiblemente el tiempo disponible para su comercialización. Desde entonces, la falacia de que la producción a gran escala de alimentos de origen vegetal o animal genéticamente modificados sería la solución más radical a la cuestión de la desnutrición y el hambre a escala mundial, ha sido reiteradamente invocada.

En realidad, el tomate *Flavr Svr* fue un producto temprano de lo que se conoce como la segunda generación de transgénicos, o sea, aquellos diseñados para reducir los costos de energía, procesamiento industrial y almacenamiento de la producción agroalimentaria. La primera generación de vegetales transgénicos, había surgido en 1982 cuando la multinacional Monsanto logró la primera planta modificada genéticamente. Lo característico de aquella primera generación fue conferir tolerancia a los herbicidas y expresar genes insecticidas contra determinadas plagas. Ofensiva mediática aparte, ha sido ese tipo de modificación genética característica de la primera generación la que definitivamente ha prevalecido en las grandes áreas de plantaciones dedicadas a los cultivos transgénicos que hoy existen.

Resulta innegable que la obtención de vegetales modificados genéticamente con su enorme potencial productivo y comercial ha constituido uno de los grandes hitos de la nueva genética. Se consumaba así el relevo de la "revolución verde" en la agricultura que sólo pocas décadas antes había generado similares expectativas de bonanza.

Desde sus inicios, la genética como dominio del conocimiento, estuvo muy ligada al estudio del comportamiento hereditario de plantas y animales con la intención subyacente de obtener mejores y más productivas variedades, y trascender así las fronteras de la selección natural y la experiencia empírica milenaria de los campesinos.

Gregor Johann Mendel inauguró la llamada "*genética de transmisión*" al tratar de elucidar lo que llamó "*factores*" de la herencia a partir de experimentos de polinización cruzada inducida con los guisantes que cultivó en el jardín del monasterio agustino de Santo Tomás en Brno. Mendel comenzó su pesquisa en 1856 y la condujo hasta 1863, presentó los resultados en dos conferencias consecutivas dictadas ante la Sociedad de Naturalistas de Brno en 1865, y los publicó un año después. No obstante, los estudios de Mendel estuvieron sumidos en el olvido hasta su redescubrimiento en 1900 por trabajos independientes de los botánicos Hugo de Vries, Carl Correns y Erch von Tschermak, que le confirieron el reconocimiento internacional de haber establecido los principios primigenios de la genética como disciplina.

La aplicación práctica de los principios mendelianos de la segregación de caracteres hereditarios, marca la irrupción del pensamiento científico en la milenaria agricultura de mejora.

La obtención intencional y razonada de variedades más resistentes y productivas, el uso intensivo de fertilizantes y pesticidas, así como la expansión y perfeccionamiento de la maquinaria agrícola, constituyeron el arsenal tecnológico de la "revolución verde" que se desarrolló intensamente durante las décadas de 1950 a la de 1970. El fracaso de esta fallida promesa por los daños causados a la salud humana y al medioambiente en general, independientemente de los incrementos productivos logrados al costo del uso indiscriminado de agroquímicos, el agotamiento y la compactación de los suelos, hicieron reorientar las esperanzas hacia nuevas tecnologías o volver la vista a la agricultura agroecológica.

La falta de soluciones globales ante el incremento de las personas que padecen hambre y las ridículas reducciones de su número propuestas por los organismos internacionales (hasta ahora nunca cumplidas y con un nivel de aspiraciones permanentemente decreciente), justifican las fanfarrias con las que fueron recibidas las posibles producciones de alimentos obtenidos a partir plantaciones extensivas de organismos modificados genéticamente.

"... en la Conferencia Mundial sobre la Alimentación de 1974, convocada por la FAO –Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación según sus siglas en idioma inglés-, los países participantes se comprometieron a hacer desaparecer el hambre de la superficie de la tierra en el curso de los diez años siguientes... en la Cumbre Mundial sobre la Alimentación en 1996, se planteó un objetivo más modesto, pero no por ello menos retórico: reducir el hambre a la mitad para el año 2015." (Lara, C. 2001: 2350)

Pero como ya el 2015 parece demasiado cercano en el horizonte, la borrascosa Cumbre Mundial sobre Seguridad Alimentaria y Cambio Climático celebrada en Roma durante junio de 2008, casi desfalleciendo fijó vagas metas y pálidos compromisos. Según la propia FAO, en 1999 existían 815 millones de personas hambrientas, (Food and Agriculture Organization of the United States Nations: 1999) y en 2007, esa cifra frisaba ya los 900 millones de personas, y se calcula que en 2008 esta nueva cota ya fue sobrepasada. En pleno auge de la agricultura transgénica 14% de la población mundial sufre hambre física y en el caso del África Subsahariana, esa proporción se eleva al 42% de los habitantes de la región.

El argumento de que el desarrollo de la agricultura biotecnológica constituiría la solución de los problemas alimentarios de la población mundial ha sido reiterada y suficientemente refuta por los hechos, en el sentido de que la estructura de la producción y comercialización de alimentos transgénicos durante los últimos tres lustros, solo ha hecho aumentar la explotación y el control del mercado de semillas y agroquímicos por parte de las transnacionales de la biotecnología y hasta ahora no ha solucionado, ni solucionará a largo plazo, el problema de la malnutrición y el hambre cuyo origen no es la supuesta falta de alimentos, sino la inequidad económica, social y cultural.

Recientes estudios muestran que la producción mundial de alimentos básicos de origen vegetal (donde aún predominan los naturales) sobrepasa las necesidades de la población mundial, por lo que la esencia verdadera del problema radica en las desigualdades en cuanto a la distribución y posibilidades de acceso a los mismos, las relaciones de propiedad de la tierra cultivable, la falta de financiamiento para los campesinos y comunidades pobres, y la disponibilidad de tecnologías y maquinaria agrícola adecuadas.

Esta situación se ha complicado enormemente con los proyectos en marcha de convertir vegetales de gran demanda como la caña de azúcar, el maíz y la soya, en fuente de biocombustibles. La mayoría de los países industrializados, los mayores consumidores potenciales, carecen del área cultivable necesaria para alcanzar las proporciones proyectadas de suplemento de este tipo de energía renovable con destino al mantenimiento de sus hábitos en el uso del transporte automotriz.

Para abastecer a las plantas productoras de etanol se han destinado grandes extensiones de sembradíos en países del Sur, tradicionalmente productores de granos, incluso, hasta se ha desbrozado selva virgen en un intento de obtener beneficios económicos a corto plazo,

sin poner mientes en el comprometimiento del equilibrio medioambiental futuro. El estímulo a la producción de agrocombustibles junto al aumento de los costos de la producción agrícola, debido al alza de los precios del petróleo y sus derivados, constituyen las peores amenazas para la seguridad alimentaria mundial porque han contribuido desproporcionada y artificialmente a disminuir la accesibilidad de los pobres a los alimentos básicos.

Los casos de las proscriptas semillas *Terminator* y de las "semillas adictas" a agentes químicos producidos por las mismas empresas que les dieron origen, constituyen otro ejemplo de la escasa voluntad de las compañías biotecnológicas por resolver los problemas alimentarios de la humanidad y de su vocación por obtener ganancias a toda costa, sometiendo a una total dependencia a agricultores y consumidores.

Las Tecnologías de Restricción del Uso Genético que incluyen a *Terminator*, también conocida como de las "semillas suicidas", consiste en una modificación genética que las hace estériles después de la primera cosecha, porque destruye el germoplasma de la planta he inhibe su posterior reproducción, lo que obliga al campesino a comprar nuevas semillas para cada ciclo productivo. Esta tecnología se acompañaba de otra análoga, pero incluso más insidiosa, la conocida como *Traitor*, que devuelve la fertilidad a las semillas si se utilizan inductores químicos producidos por la misma compañía dueña de las "semillas suicidas".

La primera patente sobre *Terminator* le fue aprobada a la firma *Delta & Pine Land Co.* por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos en 1998. Sin embargo, la Convención sobre Diversidad Biológica celebrada en 1999, adoptó una moratoria de facto por seis años sobre el escalado productivo de la misma, lo que de ningún modo hizo desistir a sus propietarios de la intención de comercializarla.

A principios de 2005 se celebró en Bangkok, Tailandia, la 10ª reunión del Comité Científico del Convenio de Diversidad Biológica. Ese fue el escenario escogido por las transnacionales biotecnológicas para probar fuerzas nuevamente con *Terminator*. Cabilderos de Monsanto, *Delta & Pine Land Co.*, *Croplife* y *PHARMA* trabajaron intensamente en esa dirección; contaron para ello con el apoyo cómplice del gobierno de Canadá, que paradójicamente había sido el primer Estado miembro del Grupo de los 8 en ratificar el Convenio sobre Diversidad Biológica y había aceptado la sede de su secretariado, sito actualmente en la ciudad de Montreal. La delegación canadiense

tenía instrucciones de expresar en Bangkok la voluntad de Ottawa en el sentido de levantar unilateralmente la moratoria y presionar para que se autorizaran las pruebas de campo conducentes a la comercialización de *Terminator*, incluso de adoptar un lenguaje de confrontación y amenazar con retirarse de las negociaciones intergubernamentales si su propuesta no era aprobada.

Aunque los móviles económicos eran evidentes, el argumento formal para levantar la moratoria sobre *Terminator* se sustentaba en una cuestión de bioseguridad, al aducirse su condición de semillas estériles después de la primera cosecha y por tanto, no susceptibles de contaminar a sus congéneres naturales. Después de intensos debates en el seno de la reunión y una fuerte presión internacional a través de INTERNET, la moción canadiense no progresó y las transnacionales biotecnológicas se vieron obligadas a un repliegue táctico. (Money P. 2005: 30-38)

No obstante, la derrota sufrida en Bangkok, la cuestión de *Terminator* regresó a la 8va reunión de las Partes del Convenio de Seguridad Biológica celebrada en 2006 en Curitiba, Brasil, donde por acuerdo unánime de las delegaciones participantes, se reafirmó la moratoria acordada desde 1999.

En mayo de 2007 varios parlamentarios canadienses introdujeron un proyecto de ley para prohibir la plantación y comercialización de las semillas *Terminator* en ese país.

Los promotores de esa iniciativa legislativa argumentaron que se hacían eco de los ingentes reclamos de campesinos, organizaciones sociales e investigadores. Esta fuerte presión legislativa obligó al gobierno a rebajar el perfil de su defensa pública de *Terminator*. Perder el apoyo canadiense fue un duro golpe para las transnacionales propietarias de las "semillas suicidas", pero de seguro no será el final de esta puja entre los intereses de mercado y la responsabilidad social para con el equilibrio agroecológico.

Estudios realizados a principios de la presente década auguraban que durante el quinquenio 2000-2005, el monopolio de las compañías biotecnológicas sobre el mercado de semillas sería casi absoluto, y del "90 al 100% de las semillas comerciales estarían manipuladas genéticamente. Con ello obligarán a los agricultores a comprar semillas todos los años y cancelar regalías por concepto de patentes." (Manssur MI 2007: 7) Esta predicción se cumplió tempranamente para la multinacional Monsanto que ya en 2002, el 90% de las semillas que comercializó en el mercado mundial fueron de origen transgénico.

En 2007 sumaban 23 los países poseedores de plantaciones transgénicas; de ellos, 13 son lo que Clive James

llama "megapaíses biotecnológicos" porque tienen 50,000 o más hectáreas dedicadas a esos cultivos. Sin embargo, el grueso de los sembradíos de vegetales transgénicos se concentra en seis grandes países productores: Estados Unidos, Argentina, Brasil, Canadá, India y China. (James, C. 2007: 4) La soya, el maíz y el algodón son con mucho, los vegetales modificados genéticamente preferidos por los productores.

Como la mayor reserva de la biodiversidad se conserva en el Sur, ha sido práctica habitual que las grandes transnacionales del Norte se apropien de este patrimonio genético y una vez manipulado en sus laboratorios y parcelas experimentales, sea convertido en mercancía y constituya un objeto más del intercambio desigual.

"La biopiratería representa un eslabón más de la larga cadena de agresiones que venimos infligiendo a nuestro entorno. Los ecosistemas (naturales o agrícolas) conforman, junto a los humanos, una unidad que es la única garantía que tenemos para sobrevivir en este, nuestro único planeta. La extracción aislada de un componente del mismo y su comercialización masiva significa un desequilibrio que ya ha demostrado su impacto en diversas oportunidades. Los monocultivos y el uso de agroquímicos que vienen de la mano de la producción agrícola industrial tienen a partir de allí impactos impredecibles en los ecosistemas" (Montecinos, C; Vicente, CA. 2005: 212)

En 2005, la transnacional *Syngenta* presentó simultáneamente ante la Oficina Europea de Patentes y la Oficina de Patentes y Marcas Registradas de los Estados Unidos, una solicitud de patente megagenómica que cubría las secuencias de floración de 40 especies vegetales. (Money, P. 2005: 32) Este intento fue conjurado entonces por la acción de las organizaciones ecologistas, pero al igual que el caso de *Terminator* evidencia el verdadero cariz y la voracidad de los consorcios biotecnológicos.

Si la necesidad alimentaria invocada a favor de la agricultura biotecnológica fuera real en un futuro mediano, la humanidad estaría en el deber de correr los riesgos sobre la base de los principios de equidad, responsabilidad y precaución. Sin embargo, a la luz de la desigual distribución mundial del consumo y el despilfarro de alimentos en las sociedades centrales, esta justificación, al menos por el momento parece ficticia, aunque puede ser una posibilidad futura que se materialice el pronosticado desequilibrio entre una demanda objetivamente creciente y una producción insuficiente.

La mayor experiencia internacional acumulada acerca de la utilización a la escala comercial de organismos

modificados genéticamente se ha obtenido fundamentalmente en los cultivos vegetales, ya que en la ganadería y la acuicultura estos intentos, aunque muy divulgados, han estado más limitados a la fase experimental de la agricultura supertecnificada de las naciones industrializadas.

“La posibilidad de producir animales transgénicos mediante la introducción de ADN exógeno existe desde hace muchos años. Sin embargo, los métodos disponibles hasta el presente para generar animales transgénicos, tales como la microinyección pronuclear o el uso de células madres embrionarias, han sido ineficientes o no han estado disponibles para todos los animales. La transferencia nuclear de células somáticas, recientemente introducida, representa un procedimiento alternativo para crear animales transgénicos, la que supera muchas de las limitaciones de otros métodos”. (Boch, P; Hodges, CA; Stice SL, 2004: 21)

Las nuevas posibilidades del uso de esa tecnología en la ganadería de transgénicos beneficiará la producción de leche, la progresión de crecimiento y volumen de la masa muscular, la resistencia a enfermedades, la fertilidad y la capacidad reproductiva. Por otra parte, las aplicaciones biomédicas de importancia terapéutica incluirán la concentración de proteínas en la leche como  $\alpha 1$  antitripsina para el tratamiento de la fibrosis quística; factores de la sangre como antitrombina III, factor IX y fibrinógeno para el control de trastornos hemáticos; albúmina humana necesaria en la solución de quemaduras extensas; y animales donantes para xenotrasplante. (Boch, P; Hodges, CA; Stice SL, 2004: 34)

La obtención de mamíferos superiores por biotecnologías, como el caso de las ovejas *Dolly* y *Polly*, los monos *rhesus*, el ternero *Mister Jefferson* o las vacas y tigres del *Dr. Hwang*, tienen el poderoso atractivo de acercar las cotas tecnológicas al humano. Sin embargo, los peces transgénicos como el salmón y la tilapia por su viabilidad comercial y la manera en que tendrían que ser liberados al medio constituyen un peligro más inmediato para la biodiversidad, porque son sencillamente incontrolables una vez que ingresen al hábitat natural. Por otra parte, la temprana muerte de *Dolly* a principios de 2003 ha hecho dudar hasta a su propio creador, Ian Wilmut, acerca de la capacidad actual de supervivencia de los mamíferos clonados.

Sobrepasar las barreras impuestas por la evolución de la vida al intercambio biológico entre las especies, es otra aspiración que la tecnociencia contemporánea está concretando y que ya nos ha dado las primeras señales de alerta. Desde la detección en 1994 del primer caso de la encefalopatía espongiiforme bovina, el llamado “*mal de*

Para abastecer a las plantas productoras de etanol se han destinado grandes extensiones de sembradíos en países del Sur, tradicionalmente productores de granos, incluso, hasta se ha desbrozado selva virgen en un intento de obtener beneficios económicos a corto plazo, sin poner mientes en el comprometimiento del equilibrio medioambiental futuro. El estímulo a la producción de agrocombustibles junto al aumento de los costos de la producción agrícola, debido al alza de los precios del petróleo y sus derivados, constituyen las peores amenazas para la seguridad alimentaria mundial.

Si la necesidad alimentaria invocada a favor de la agricultura biotecnológica fuera real en un futuro mediano, la humanidad estaría en el deber de correr los riesgos sobre la base de los principios de equidad, responsabilidad y precaución. Sin embargo, a la luz de la desigual distribución mundial del consumo y el despilfarro de alimentos en las sociedades centrales, esta justificación, al menos por el momento parece ficticia, aunque puede ser una posibilidad futura que se materialice el pronosticado desequilibrio entre una demanda objetivamente creciente y una producción insuficiente.

*las vacas locas*” ha recibido una gran atención, porque además del dramatismo de cómo agonizan y mueren los animales afectados y poner en peligro el mercado ganadero en países que se cuentan entre los principales productores, esa enfermedad se relaciona con un problema de salud humano: el Síndrome de Creutzfeldt-Jacob o encefalopatía espongiiforme humana que es contagiada a las personas por las vacas. El “*mal de las vacas locas*” tuvo su origen en las prácticas de la ganadería intensiva y altamente tecnificada para obtener extraordinarios rendimientos en el menor tiempo posible, usando en la alimentación de bovinos piensos obtenidos a partir de deshechos de carne ovina, violentando con ello el carácter herbívoro de la nutrición del ganado vacuno.

Además de confirmar lo demostrado por Carleton Gajdusek en condiciones experimentales en cuanto a la capacidad de las infecciones de franquear la barrera interespecífica de especies; de que se corroborara el papel del nuevo agente patológico descubierto por Stanley B. Prusiner en la década de 1980, la proteína resistente a la proteasa (PrP) como responsable de la destrucción del sistema nervioso central durante el proceso de las encefalopatías espongiiformes (lo que contradujo abiertamente la creencia generalizada hasta ese momento de que las infecciones eran transmitidas sólo a través de ARN o ADN); el “*mal de las vacas locas*” puso de manifiesto las nefastas consecuencias de transgredir ciertos límites naturales de la cadena alimenticia, cuando los intereses del mercado se sobreponen

irresponsablemente por encima de la salud pública y el equilibrio medioambiental. (Vera Lara, JM. 2001: 226-227)

Mientras que en los animales ha predominado el interés por practicarles manipulaciones genéticas que permitan acelerar el proceso de su crecimiento y maduración, en el caso de los vegetales las modificaciones introducidas al genoma de plantas de cultivo, han estado relacionadas fundamentalmente con incrementar su resistencia a plagas y herbicidas.

“...77% de los cultivos transgénicos plantados comercialmente en 2001, estaban manipulados con una sola característica: la tolerancia a herbicidas patentados por la compañía que vendió las semillas. Del resto, 15% fueron manipulados para ser plantas insecticidas, introduciéndoles el gen de la toxina de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Bt), y el 8% restante fue una combinación de ambas características. O sea, dos características de modificación genética totalizan el área plantada comercialmente en el mundo” (Rosset, P. 2002:120)

Desde la liberalización de los cultivos transgénicos en 1994, el número de hectáreas dedicadas a estos ha ido incrementándose rápidamente y ya suman decenas de millones. O sea, estamos ante un hecho consumado difícil de revertir en las circunstancias económicas y sociales internacionales actuales. Sólo durante el sexenio 1996-2001, las áreas dedicadas a los cultivos transgénicos aumentaron de 1,7 millones de hectáreas a 52,6 millones. (James, C. 2001)

En 2007 el área cultivada de transgénicos aumentó en un 22% (26 millones de hectáreas) con relación al año precedente, alcanzando los 143 millones. Sólo en Estados Unidos se registraron 57,7 millones, es decir, más de las que habían plantadas en todo el mundo seis años atrás. (James C. 2007) El incremento de las plantaciones transgénicas entre 2006 y 2007, casi duplica la media histórica de los 12 años precedentes que fue de un 12 % anual (12.3 millones de hectáreas anuales). En esta progresión dramática mucho ha tenido que ver la demanda de materia prima para la producción de etanol. En noviembre de 2007, el gobierno brasileño anunció que en el cuatrienio siguiente dedicaría 23,000 millones de USD en un “Plan de acción para la ciencia, la tecnología y la

innovación;” y uno de los pilares del proyecto es el apoyo a la biotecnología y los biocombustibles. La distribución de la superficie sembrada de cultivos biotecnológicos en 2007 fue la siguiente:

Sin embargo, los resultados en cuanto a la anunciada prosperidad de los rendimientos de los vegetales genéticamente modificados han sido contradictorios, y si bien los cultivos transgénicos han disminuido la necesidad del uso de pesticidas, por otra parte han requerido un mayor uso de herbicidas por la polinización cruzada de sus genes resistentes con las especies naturales circundantes. Informes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de 1998 y 1999, reportaron un decrecimiento en los rendimientos por hectárea de la soya transgénica del 6,7%, mientras que incrementaron hasta cinco veces el requerimiento de herbicidas.

El propio informe de la *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA)* de 2007 que es prolijo en cuanto a las áreas cultivadas y las ganancias monetarias, no es explícito con relación a los rendimientos productivos globales. Las ganancias pueden estar aumentando por el mayor volumen de alimentos transgénicos comercializados y el mayor control del mercado por parte de las transnacionales biotecnológicas, y no precisamente por registrarse excepcionales rendimientos productivos.

De persistir la estructura agrícola internacional, estaríamos presenciando un dilema parecido al de Ulises ante Escila y Caribdis: los cultivos extensivos naturales necesitan profusamente de plaguicidas y herbicidas, y los transgénicos de estos últimos. Por tanto, ambas cosechas pueden provocar toxicidad al consumo, y tal vez los rendimientos no sean tan espectaculares como para justificar los riesgos que se corren con la liberalización de los transgénicos al medio ambiente. Únicamente la prudencia puede lograr el debido equilibrio.

Según Úrsula Oswald Spring, las principales afectaciones potenciales para la salud humana debido a la ingesta sistemática de organismos modificados genéticamente son:

- Toxicidad aguda y crónica por ADN recombinante contaminado.
- Inestabilidad de genes implantados y producción involuntaria de tóxicos.
- Alergias sobre todo en niños.
- Resistencia a antibióticos.
- Debilitamiento del sistema inmunológico.
- Efectos acumulativos que producen procesos degenerativos en los tejidos.

► **Tabla 1: Superficie agrobiotecnológica por países en 2007**

Puesto	País	Superficie (en millones de hectáreas)	Cultivos biotecnológicos
1	Estados Unidos	57,7	Soya, maíz, algodón, cáñola, calabaza, papaya y alfalfa
2	Argentina	19,1	Soya, maíz y algodón
3	Brasil	15,0	Soya y algodón
4	Canadá	7,0	Cáñola, maíz y soya
5	India	6,2	Algodón
6	China	3,8	Algodón, tomate, álamo, petunia, papaya y pimienta dulce
7	Paraguay	2,6	Soya
8	Sudáfrica	1,8	Maíz, soya y algodón
9	Uruguay	0,5	Soya y maíz
10	Filipinas	0,3	Maíz
11	Australia	0,1	Algodón
12	España	0,1	Maíz
13	México	0,1	Algodón y soya
14	Colombia	< 0,1	Algodón y clavel
15	Chile	< 0,1	Maíz, soya y cáñola
16 - 23	Alemania Eslovaquia Francia Honduras Polonia Portugal República Checa Rumania	< 0,1	Maíz

Fuente: Clive James. Global Review of Commercialized Biotech/GM: 2007.

- Desequilibrios hormonales debido a hormonas residuales de plantas y animales transgénicos destinados a la alimentación humana.
- Efectos secundarios aún desconocidos. (Oswald Spring U. 2002: 64)

La propia autora señala otras repercusiones agrobiológicas que pudieran ocasionar serios daños al ambiente y la producción de alimentos:

- Resistencia a otros agroquímicos, específicamente plaguicidas, incluidos los naturales.
- Polinización indeseada.
- Hibridación con especies silvestres.
- Reducción de la biodiversidad por proliferación de OMG.
- Muerte de la fauna silvestre.
- Afectación de la cadena alimentaria.
- Destrucción de la reacción autoinmune de las plantas.
- Reducción de microorganismos en los suelos.
- Contaminación genética por nuevos virus y bacterias.
- Resistencia a insectos y creación de superinsectos.
- Surgimiento de nuevas plagas difíciles de controlar (superplagas).
- Resistencia de plantas a antibióticos y tratamientos tradicionales.
- Riesgos desconocidos por cúmulo de factores que se refuerzan entre sí y afectan la biodiversidad. (Oswald Spring, U. 2002: 65)

Un cultivo transgénico resistente a los herbicidas pudiera convertirse en supermaleza e invadir extensas áreas fuera de todo control y dañar con ello a las plantaciones nativas.

¿Existen alternativas tecnológicas que permitan prescindir o reducir el uso de cultivos transgénicos ante la certeza de un incremento de la población mundial que frisaré la supuesta cifra límite para la capacidad de carga de la Tierra, los 10 000 millones de personas antes de que la actual centuria sobrepase su mitad?

Tanto los defensores de la agricultura orgánica como los de la biotecnológica pecan de optimismo en ese sentido. Caso de mantenerse los patrones de consumo primermundistas y la estructura del mercado internacional, ni siquiera la anunciada panacea biotecnológica libraré a la humanidad de la crisis alimentaria y la hambruna. Las conmovedoras escenas que recorrieron el mundo y nos enfrentaron al desborde del drama cotidiano haitiano como consecuencia de los tres huracanes que asolaron el Caribe durante el verano de 2008, se multiplicarán por los oscuros parajes del planeta que ya hoy padecen hambre. El egoísmo inherente al modelo económico imperante interfiere cualquier ejercicio de la razón.

La concentración y transnacionalización del capital son circunstancias creadas que prevalecen en los fines abiertamente ocultos del uso comercial de la manipulación génica. Unas pocas compañías gigantes de la biotecnología: *Monsanto, Bayer, BASF y Du Pont* y sus megafusiones como *Syngenta* (la rama agraria de *Novartis + AstraZeneca*) y *Aventis (Hoechst + Rhône Poulent)*, o subsidiarias, se discuten el mercado internacional de los organismos modificados genéticamente, dictan las pautas mercadotécnicas, las líneas de investigación y producción, seducen o someten a los gobiernos del Norte y el Sur para evadir, violentar, o incluso evitar que se aprueben regulaciones, en fin, un poder irresponsable dominado por el único afán de las ganancias como patrón de éxito. Baste recordar la acérrima oposición del Grupo de Miami a la firma del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad Biotecnológica devenido de la Cumbre de la Tierra.

El Grupo de Miami, compuesto por Estados Unidos, Canadá, Australia, Argentina, Chile y Uruguay, centró su reparo al Protocolo de Seguridad Biotecnológica en evitar que se incluyera el principio de precaución en relación con el movimiento de organismos vivos modificados genéticamente, fundamentalmente los que constituían objeto del protocolo, las semillas para siembras y los animales domésticos. Otra aspiración del Grupo de Miami era subordinar la observancia del protocolo a la Organización Mundial del Comercio. Pese a esta oposición, el documento definitivamente se firmó en Montreal en el año 2000, incluyendo el principio de precaución, el cual estipula que cuando haya peligro de daño grave o irreversible sobre la biodiversidad, la certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces para impedir la degradación del medio ambiente aduciendo sus posibles costos.

Gilberto Cely Galindo, en uno de sus aportes a la Segunda Edición de esa obra pionera en que se ha constituido "El horizonte bioético de las ciencias" (1995) expresó:

"Todos los seres vivos –vegetales, animales y humanos–, tenemos derecho a la vida y a la calidad de vida. Este derecho es inherente a la vida misma, como un logro inalienable de la materia altamente organizada a través de una larguísima evolución físico-química constitutiva de leyes biológicas que valen por sí mismas y merecen respeto..."

...La propiedad y el uso privado de los recursos naturales son éticamente inaceptables. El bien común y universal prima sobre los derechos territoriales, sean personales o estatales, porque todos los ecosistemas conforman un macroestructural..." (Cely, G. 1995: 362-364)

Desde la liberalización de los cultivos transgénicos en 1994, el número de hectáreas dedicadas a estos ha ido incrementándose rápidamente y ya suman decenas de millones, o sea, estamos ante un hecho consumado difícil de revertir en las circunstancias económicas y sociales internacionales actuales. Sólo durante el sexenio 1996-2001, las áreas dedicadas a los cultivos transgénicos aumentaron de 1,7 millones de hectáreas a 52,6 millones.

Llama la atención como Cely Galindo en fecha tan temprana, de hecho está aplicando términos propios del pensamiento complejo al análisis del patrimonio biológico de la humanidad, así como el concepto de comunes que hoy día está siendo objeto de profunda reflexión por parte de la ecología política.

Los recursos genéticos constituyen un bien común que trasciende los derechos patrimoniales, incluso de los estados nacionales. El intento de privatizarlos remeda el movimiento de los cercados de las tierras comunales ocurridos entre los siglos XV y XIX en Inglaterra.

“Desde el punto de vista de un economista, el dato más significativo sobre el movimiento de los cercados es que funcionó: este régimen nuevo de propiedad permitió la expansión de las posibilidades productivas. Al transferir la tierra común, ineficientemente administrada, a manos de un solo propietario, el confinamiento apartó el exceso de uso de las tierras comunales, denominado oportunamente como *'tragedia'*. También creó los incentivos para la inversión a gran escala, permitió el control de la explotación y, en general, aseguró que los recursos se emplearan sin desperdicio....

... Como resultado del movimiento de los cercados fallecieron menos ingleses de hambre ya que se plantaron más granos y criaron más corderos... literalmente se salvaron vidas...

—sin embargo—... el movimiento de los cercados impuso devastadores costos en un segmento de la sociedad. Algunos, brutal y despiadadamente *'importantes'* como la conversión de campesinos y terratenientes en peones, obreros asalariados de temporada, o simplemente como dice Tomás Moro en su *'Utopía'* en pordioseros y ladrones. Pero fue más difícil clasificar otros daños como la pérdida de un estilo de vida y el despiadado poder de la lógica del mercado para emigrar hacia lugares nuevos, perturbando las relaciones sociales tradicionales, la concepción del ser, y hasta la relación del ser humano con el medio ambiente.” (Boyle, J. 2005: 40-41)

Aquella revolución tecnológica y de las relaciones de propiedad propició un incremento notable de la productividad de la tierra, pero no cambió la situación de explotación de los campesinos, sino que la incrementó, o sea, que un modelo determinado funcione desde el punto de vista económico no quiere decir que igualmente lo logre en el plano social.

Según el reporte de 2007 de la ISAAA, durante el decenio 1996-2006, las ganancias aportadas por la agricultura biotecnológica fueron de 34,000 millones de USD

(16,500 de ellos para los países productores en vías de desarrollo). Aproximadamente, en el mismo período, el número de hambrientos en el mundo se incrementó en alrededor de cien millones de personas.

Igual que como lo fue en el caso de los cercados de tierras, se reitera con los nuevos cercamientos simbolizados en los cultivos transgénicos, que el incremento global de los rendimientos y las ganancias no se revierte sobre los más necesitados, no sólo porque precisamente los países más pobres estén marginados de estas tecnologías (y lo serán más en la medida que se privaticen los recursos genéticos), sino porque el intercambio desigual no se eliminará con una mayor productividad de la agricultura biotecnológica.

Los recursos genéticos constituyen un bien común que trasciende los derechos patrimoniales, incluso de los estados nacionales. El intento de privatizarlos remeda el movimiento de los cercados de las tierras comunales ocurridos entre los siglos XV y XIX en Inglaterra.

► O38  
 Bioética

Ante las insistentes críticas de la opinión pública, las compañías biotecnológicas han tratado de conferir una imagen diferente de la tercera generación de transgénicos haciendo hincapié en sus propiedades nutritivas, suplementarias y medicinales. Se pretende que los consumidores perciban a estos como medicamentos y alimentos biofortificados.

*“Con la tercera generación, será imposible distinguir las líneas divisorias entre granjas y farmacias, alimentos y medicinas. La generación 3 incluirá nutraceuticos y alimentos funcionales -productos alimentarios que se afirmará tienen un ‘valor agregado’ desde el punto de vista nutricional o de salud. Es posible que veamos alimentos con ácidos grasos omega-3 para la*

*prevención de enfermedades cardiovasculares, lechugas con vitamina C, maíz con hierro para combatir la anemia y muchos más. Actualmente muchos productos con agregados minerales y vitaminas ya existen en el mercado, pero no son modificados genéticamente. Los gigantes genéticos se proponen reemplazar muchos de estos productos por transgénicos.” (Ribeiro, S; Grupo TEC. 2002: 122-123)*

Un ejemplo controversial de estos nuevos transgénicos es el conocido como ‘arroz dorado’, rico en vitamina A, que se invoca como remedio contra la desnutrición, enfermedad carencial que afecta a más del 40% de la población mundial, fundamentalmente a mujeres y niños, y es precisamente la insuficiencia de vitamina A (IVA) una de las principales causas de la misma.

“El arroz enriquecido con vitamina A fue presentado en sociedad por la revista *Science*, en su edición de agosto de 1999. Esta variedad de arroz manipulado genéticamente produce beta-caroteno en su endoesperma, dándole la pigmentación amarilla característica que le ganó el nombre de ‘arroz dorado’. Toda la investigación y desarrollo de esta variedad se realizó con fondos de la *Fundación Rockefeller* y la Unión Europea y, puesto que se hizo fuera del ámbito empresarial privado, el ‘arroz dorado’ se ha convertido en la herramienta perfecta y oportuna de relaciones públicas que tanto necesitaban los promotores de la ingeniería genética...

...A pesar de toda la publicidad, la promesa del ‘arroz dorado’ de terminar con la IVA aún están lejos de cumplirse... A pesar de haber sido financiado con fondos del sector público, el ‘arroz dorado’ es en gran medida un producto de empresas privadas. Hay por lo menos seis patentes involucradas en el desarrollo de esta variedad de arroz transgénico que cubren procesos, genes y promotores ya previamente patentados. Además, los equipos de investigación del Instituto Tecnológico Suizo, Zurich, y de la Universidad de Friburgo, Alemania, ya presentaron una solicitud de patente que cubre el proceso de inserción de la vía metabólica para producir el beta-caroteno en las semillas”. (Rosset, P. 2002: 101-105)

Como consecuencia de estas pujas patrimoniales, el ofrecimiento de que las semillas del “arroz dorado” llegarían a los productores libres de regalías por concepto de patentes, parece alejarse en el horizonte. Además, resulta del todo contradictorio que en amplias zonas geográficas asoladas por la desnutrición como el Sur y Sudeste de Asia, se apele a este arroz transgénico cuando es perfectamente posible alcanzar allí una dieta de productos naturales ricos en vitamina A si existiera mayor justicia y equidad social.

En poco más de un cuarto de siglo, la humanidad ha sido testigo del surgimiento de tres generaciones de organismos modificados genéticamente, incluso los de origen vegetal ya han escalado una producción comercial importante dominada por los grandes gigantes biotecnológicos. En estas circunstancias de anarquía e impunidad no puede producirse con seriedad la impostergable evaluación del papel de los organismos modificados genéticamente en el desarrollo futuro de la civilización del conocimiento.

“Durante el período 1996 a 2007, la proporción de la superficie mundial destinada a cultivos biotecnológicos correspondiente a los países en desarrollo ha ido en constante aumento todos los años. En 2007, el 43% de la superficie agrotecnológica mundial (frente al 40% en 2006), equivalente a 49,4 millones de hectáreas, estaba en países en desarrollo donde el crecimiento entre 2006 y 2007 había sido notablemente mayor (un 21% u 8,5 millones de hectáreas) que en los países industrializados (un 6% o 3,8 millones de hectáreas).” (James, C. 2007)

Argentina se incorporó al mercado de los transgénicos en 1996 y fundamentalmente produce soya RR, algodón Bt y maíz resistente a insectos. Entre los tres cultivos durante el período 1998-2007 se obtuvieron ganancias por 20,200 millones de USD. (James, C. 2007) La puja sostenida durante 2008 por los grandes propietarios agrícolas argentinos contra el gobierno de ese país, dado su desacuerdo con los impuestos sobre las ganancias establecidos para revertir esto recursos en programas sociales de apoyo a los menos favorecidos, resulta un ejemplo significativo de que los beneficios obtenidos con la agricultura biotecnológica no necesariamente se reparten de forma equitativa entre todos los que comparten los riesgos potenciales de su práctica extensiva.

La diversidad cultural también ha sufrido con la implantación de un modelo agrícola extensivo altamente tecnificado. El etnoconocimiento está desapareciendo en vez de ser conservado y aprovechado en todas sus posibilidades.

“Los conocimientos tradicionales constituyen un aporte sustantivo en la cadena de producción farmacológica y biotecnológica. Sin embargo, a pesar de que se han hecho esfuerzos para alcanzar acuerdos acerca de la conservación, como el Convenio de Diversidad Biológica, no se tratan las cuestiones de diversidad en forma holística, sino muy fragmentada en asuntos técnicos, con énfasis en valores comerciales; no tienen en cuenta las inequidades y preocupaciones de los pueblos indígenas, su derecho a la autodeterminación ni su derecho colectivo sobre conocimientos tradicionales y recursos naturales.” (Herrera Velásquez, S; Rodríguez Yunta E. 2004: 185)

Si la humanidad no puede renunciar a los usos agrícolas de las biotecnologías, ¿cómo es posible entonces aplicar con responsabilidad el principio precautorio en el contexto de una economía global ávida de ganancias y carente de escrúpulos?, ¿cómo discernir con un margen razonable de bioseguridad aquellas aplicaciones destinadas a la producción de alimentos que no comprometan la salud humana y no agreden irreversiblemente la biodiversidad?

La consideración del impacto de los avances biotecnológicos en la salud humana como fenómeno global, pasa necesariamente por el tamiz del análisis del equilibrio medioambiental. La confluencia de estas ideas, más allá de su derrotero ético-filosófico es esencial para la búsqueda del mínimo moral de la cultura de la supervivencia que enunció Van Rensselaer Potter.

Ante las insistentes críticas de la opinión pública, las compañías biotecnológicas han tratado de conferir una imagen diferente de la tercera generación de transgénicos haciendo hincapié en sus propiedades nutritivas, suplementarias y medicinales. Se pretende que los consumidores perciban a estos como medicamentos y alimentos biofortificados.

La concentración y transnacionalización del capital son circunstancias creadas que prevalecen en los fines abiertamente ocultos del uso comercial de la manipulación génica. Unas pocas compañías gigantes de la biotecnología: Monsanto, Bayer, BASF y Du Pont y sus megafusiones o subsidiarias, se discuten el mercado internacional de los organismos modificados genéticamente, dictan las pautas mercadotécnicas, las líneas de investigación y producción, seducen o someten a los gobiernos del Norte y el Sur para evadir, violentar, o incluso evitar que se aprueben regulaciones.

## CONCLUSIÓN

Al resumir las ideas hasta aquí expresadas, estoy en la obligación de precisar que, en mi criterio, la manipulación genética no es un pecado ético. Hay un recurrente argumento enarbolado por los críticos de las biotecnologías acerca de que la creación de los organismos modificados genéticamente, "viola la integridad de las especies que han habitado sobre la Tierra durante millones de años".

Hay especies que habitan hoy día nuestro planeta que compartieron el mesozoico con los dinosaurios y han visto aparecer y desaparecer otras especies animales y

vegetales; ejemplos de adaptación de unas e inadaptación de otras. Es un proceso natural la aparición y desaparición de especies como respuesta adaptativa a los cambios en los ecosistemas. La aparición de una nueva especie, aunque sea de origen biotecnológico, "per se" no afecta la integridad natural si se introduce de manera que permitiera la adaptación del ecosistema dado que su inducción artificial es un proceso inverso al que ocurre naturalmente.

El problema está en que durante aproximadamente tres lustros de práctica extensiva de cultivos modificados genéticamente, su aplicación ha sido tan galopante e indiscriminada, en tanto se han constituido en fuente de pingüe ganancias, que este modo de actuar irresponsable es el que viola la integridad biológica de las especies vivas y demás elementos que integran el conjunto del gran ecosistema que es la biosfera.

Existen pruebas de efectos indeseados y daños ocasionados por alimentos transgénicos a partir de conductas irresponsables de los productores, como sucedió con la compañía *Novartis* que en 1995, debió retirar del mercado la soya tratada con genes de nuez de Brasil por los efectos alergizantes que provocó. Así como también, por parte de agricultores, por ejemplo, el caso denunciado por *Greenpeace* en 2001 acerca del maíz transgénico sembrado a campo abierto y mezclado con el maíz natural en México debido a la indolencia de los importadores y autoridades aduaneras. Finalmente la proteína *StarLink*, originalmente aprobada a la compañía *Aventis* sólo para el consumo animal debido a su alto poder alérgico sobre las personas, fue detectada en diversos productos de la marca *Kraft* comercializados para consumidores humanos, lo que al ser denunciado por organizaciones ecologistas provocó el retiro de 2,5 millones de cajas de dichos alimentos.

No es mi intención pormenorizar acerca de hallazgos negativos; sólo quiero resaltar que la conducta temeraria en relación con el uso de organismos modificados genéticamente puede provenir de diferentes agentes comiso-res, sean productores, comercializadores o autoridades.

Actuar con responsabilidad es la única alternativa sensata, y aplicar la metodología propuesta por Hans Jonas en "El principio de responsabilidad" (1979), una posible vía para lograrlo. Llevar a la práctica esta metodología en el caso de los organismos modificados genéticamente no es tarea sencilla. A principios de la década de 1960, Lorenz demostró la imposibilidad de establecer pronósticos meteorológicos a largo plazo. Aunque los supuestos

teóricos establecidos por este iniciador del pensamiento complejo aún se mantienen vigentes, ese tipo de predicción a corto y mediano plazo ha ido alcanzando mayor precisión. El problema es que el pronóstico relativo al impacto ambiental de la modificación genética necesariamente tiene que ser a largo plazo. ¿Cómo resolver esta contradicción? No queda otra alternativa que tratar de acercarse lo más posible a un pronóstico científica y razonablemente aceptable.

Para conocer el probable impacto ambiental de un organismo modificado genéticamente es necesario considerar dos variables, a mi juicio imprescindibles: tiempo necesario para su incorporación adaptativa al ecosistema y pronóstico a largo plazo de sus interacciones con el medio natural, e incluso con sus congéneres concomitantes. Las investigaciones sobre el impacto ambiental de los transgénicos representan una exigua porción en el contexto de la biotecnología contemporánea, impelida por los intereses económicos a buscar resultados de rápida aplicación y explotación.

El ejercicio del principio precautorio sólo es posible con la debida información en las instancias de deliberación y participación social. Esta cuestión es de tal envergadura para el futuro de la humanidad, que no puede quedar en manos de compañías comerciales, por lo que crear conciencia ciudadana al respecto es un deber de los políticos, la comunidad científica y los medios de difusión masiva.

Tres grandes destinos esperan a los vegetales transgénicos en el esquema del comercio mundial: los biocombustibles, la alimentación animal y el consumo de las personas en los países y poblaciones pobres y desinformadas.

Sin una acción solidaria de los humanos entre sí y con el resto de las especies vivas y el mundo natural en el que todos habitamos no se logrará justicia y equidad en cuanto a la calidad de vida de todos los habitantes del planeta, pero tampoco se podrá conjurar el holocausto ecológico. Para lograr ese propósito, resulta imprescindible subvertir la aspiración de progreso material que nos ha legado el modelo capitalista predominante como medida del éxito individual, grupal y hasta nacional; se necesita superar los hegemonismos con una cultura de paz y de diálogo como vía de solución de los conflictos y la concertación de sus posibles soluciones. Parece una utopía, pero es el único camino posible de la supervivencia de nuestra especie abocada al agotamiento de su hábitat natural. Este impostergable cambio de actitud requiere, como dijo el poeta y cantautor cubano Silvio Rodríguez que: "seamos un tilín mejores y mucho menos egoístas".

## REFERENCIAS

- BOCH, P, HODGES, C.A. y STICE S.L. (2004) *Generation of Transgenic Livestock by Somatic Cell Nuclear Transfer*. Biotecnología Aplicada; 21: 128 (La traducción al idioma español ha sido realizada por el autor de este ensayo).
- BOYLE, J. (2005) *Las ideas cercadas: El confinamiento y la desaparición del dominio público*. En: Jorge Villarreal, Silke Helfrich y Alejandro Calvillo (Editores). ¿Un mundo patentado? La privatización de la vida y el conocimiento. Ediciones Heinrich Böll. El Salvador: 40-41
- CELY, G. (1995) *Ecología humana nueva urdimbre para el discurso ético*. En: Cely, Gilberto (Editor). El horizonte bioético de las ciencias. Segunda edición. Colección Textos y Manuales. Centro Editorial Javeriano. Santafé de Bogotá: 362- 364.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1999. *El espectro de la mal nutrición*. Roma: Centro de Prensa FAO.
- HERRERA VÁSQUEZ, S. y RODRÍGUEZ YUNTA, E. (2004) *Etnoconocimiento en Latinoamérica. Apropiación de recursos genéticos y bioética*. Acta Bioética; año X, No. 2: 185
- JAMES, C. (2001) Global Review of Commercialized Transgenic Crops: 2001. ISAAA Briefs, No. 24, Preview. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) Ithaca, New York.
- JAMES, C. (2007) Global Review of Commercialized Biotech/GM. Op. Cit: 3.
- JAMES, C. Global Review of Commercialized Biotech/GM: 2007. ISAAA Briefs (2007), No. 24, International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA) Ithaca, New York: 4.
- LARA CORTÉS, C. (2001). *Moral de mercado versus seguridad alimentaria: una aproximación desde la ética del bien común*. Acta Bioética Año VII No. 2: 235.
- MANSSUR, M.I. (2000). *Biotecnología y bioseguridad: La situación de los transgénicos en Chile*. Fundación de Sociedades Sustentables. Santiago de Chile, 7.
- MONEY, P. (2005). *Los nuevos confinamientos: dos estudios de caso en tiempo real*. En: Jorge Villarreal, Silke Helfrich y Alejandro Calvillo (Editores). ¿Un mundo patentado? La privatización de la vida y el conocimiento. Ediciones Heinrich Böll. El Salvador, 30-38.
- MONTECINOS, C. y VICENTE, C.A. (2005) *Naturaleza, conocimiento y sabiduría*. En: Jorge Villarreal, Silke Helfrich y Alejandro Calvillo (Editores). ¿Un mundo patentado? La privatización de la vida y el conocimiento. Ediciones Heinrich Böll. El Salvador: 212.
- OSWALD SPRING, U. (2001) *El reordenamiento de la naturaleza: Impactos ambientales y sociales de los transgénicos. Transgénicos: ¿Una panacea o una amenaza?* En: Heinke Corina (Compiladora). La vida en venta: Transgénicos, patentes y biodiversidad. Primera Edición. Ediciones Heinrich Böll. El Salvador: 64.
- RIBEIRO, S. y GRUPO TEC. (2002) *El poder corporativo de las nuevas generaciones de transgénicos*. En: Heinke Corina (Compiladora). La vida en venta: Transgénicos, patentes y biodiversidad. Primera Edición. Ediciones Heinrich Böll. El Salvador: 122-123
- ROSSET, P. (2002) *El hambre en el tercer mundo y la ingeniería genética: ¿Una tecnología adecuada?* En: Heinke Corina (Compiladora). La vida en venta: Transgénicos, patentes y biodiversidad. Primera Edición. Ediciones Heinrich Böll. El Salvador: 120.
- VERA LARA, J.M. (2001) *El imal de las vacas locas. Un tema de bioética en los nuevos escenarios*. Acta Bioethica. Año VII No. 2: 226-227.