

Semana de Estudio, Pontificia Academia de las Ciencias, Ciudad del Vaticano, 15 al -19 de mayo de 2009

Plantas Transgénicas para la Seguridad Alimentaria en El Contexto del Desarrollo

Entre el 15 y el 19 de Mayo de 2009 se llevó a cabo una Semana de Estudio sobre el tema "Plantas Transgénicas para la Seguridad Alimentaria en el Contexto del Desarrollo", con el auspicio de la Pontificia Academia de las Ciencias, en su sede de la Casina Pio IV del Vaticano. En el transcurso de la reunión, analizamos los avances recientes sobre el entendimiento científico de las nuevas variedades de plantas modificadas por ingeniería genética, así como de las condiciones sociales en las que la tecnología de ingeniería genética podría estar disponible para el mejoramiento de la agricultura en general y para el beneficio de los pobres y vulnerables en particular. El espíritu de los participantes se inspiró en el mismo enfoque hacia la tecnología que Benedicto XVI expresó en su nueva Encíclica, en particular que ... "La técnica es el aspecto objetivo del actuar humano, (1) cuyo origen y *raison d'être* está en el elemento subjetivo: el hombre que trabaja. Por eso, la técnica nunca es sólo técnica. Manifiesta quién es el hombre y cuáles son sus aspiraciones de desarrollo, expresa la tensión del ánimo humano hacia la superación gradual de ciertos condicionamientos materiales. *La técnica, por lo tanto, se inserta en el mandato de cultivar y custodiar la tierra* (cf. Gn 2,15), que Dios ha confiado al hombre, y se orienta a reforzar esa alianza entre ser humano y medio ambiente que debe reflejar el amor creador de Dios". (2)

Principales conclusiones científicas

Reiteramos las conclusiones principales del Documento de Estudio sobre el uso de "Plantas Comestibles Genéticamente Modificadas' para Combatir el Hambre en el Mundo", elaborado al término de la Sesión Plenaria del Jubileo sobre "Ciencia y el Futuro de la Humanidad", celebrada entre el 10 y el 13 de

Noviembre de 2000. De forma resumida y actualizada, las conclusiones son las siguientes:

1. De un total de 6.800 millones de habitantes que tiene el mundo, más de mil millones están desnutridos, lo que requiere urgentemente del desarrollo de nuevos sistemas y tecnologías agrícolas.
2. Se prevé que la población mundial se incremente entre 2 y 2.500 millones de personas para alcanzar un total aproximado de 9.000 millones en 2050, lo cual añade aun más urgencia al problema.
3. Las consecuencias pronosticadas del cambio climático y la consiguiente disminución en la disponibilidad de agua para la agricultura también afectarán nuestra capacidad de alimentar a la población mundial en crecimiento.
4. La agricultura tal cual se practica en la actualidad no es sustentable, a juzgar por la pérdida masiva de horizonte orgánico superficial, o *topsoil*, y la inaceptablemente elevada cantidad de pesticidas que se aplican en la mayor parte del mundo.
5. La aplicación apropiada de las técnicas de ingeniería genética y otras técnicas moleculares modernas en la agricultura está contribuyendo a responder a algunos de estos desafíos.
6. No hay nada intrínseco al uso de la tecnología de ingeniería genética para el mejoramiento vegetal que pueda hacer que las plantas o sus productos alimenticios derivados pierdan su inocuidad.
7. La comunidad científica debería ser responsable de actividades de investigación y desarrollo (I + D) que conduzcan a avances en la productividad agrícola, y debería también esforzarse por asegurar que los beneficios asociados con tales avances contribuyan tanto al beneficio de los pobres como al de los habitantes de los países desarrollados, que actualmente gozan de estándares de vida relativamente altos.
8. Se deberían hacer esfuerzos especiales por brindar a los agricultores pobres de los países en desarrollo un acceso a variedades mejoradas mediante ingeniería genética, adaptadas a sus condiciones locales.
9. La investigación para desarrollar tales cultivos mejorados debería prestar particular atención a las necesidades y variedades locales y a la capacidad de cada país de adaptar sus tradiciones, su patrimonio social y sus prácticas administrativas, de modo de lograr una introducción exitosa de los cultivos modificados mediante ingeniería genética.

Nuevas evidencias

Desde la elaboración del mencionado Documento de Estudio, se han acumulado evidencias sobre el desarrollo, la aplicación y los efectos de la tecnología de ingeniería genética que han sido sometidas al más exigente escrutinio científico, el cual ha incluido revisiones por pares (*peer reviews*), y a una gran cantidad de experiencias de campo. Durante nuestra semana de estudio hemos revisado estas evidencias, con las siguientes conclusiones:

1. La tecnología de ingeniería genética, usada apropiada y responsablemente, puede en muchas circunstancias hacer aportes esenciales a la productividad agrícola a través del mejoramiento de los cultivos, incluyendo el aumento de sus rendimientos, la calidad nutricional y la resistencia a plagas, así como mejorando la tolerancia ante sequías y otras formas de estrés ambiental. Estas mejoras son necesarias en todo el mundo para ayudar a mejorar la sustentabilidad y la productividad del agro.
2. El mejoramiento genético de los cultivos y de las plantas ornamentales representa una larga y continua sucesión de técnicas cada vez más precisas y predecibles. Como concluyó el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos en un informe de 1989: "A medida que los métodos moleculares sean más específicos, los usuarios de estos métodos tendrán más certeza sobre las características que incorporan en las plantas, y por lo tanto es menos factible que introduzcan efectos indeseados en comparación con otros métodos de mejoramiento vegetal".

Se usan muchos términos diferentes para describir los procesos involucrados en el mejoramiento vegetal. Todos los organismos vivos están compuestos por células, en las que están contenidos sus genes, que les otorgan sus características distintivas. El conjunto completo de genes (el genotipo) está codificado en el ADN, y se denomina genoma; es la información hereditaria que pasa de los padres a la descendencia. Todo el mejoramiento vegetal, y en realidad también la evolución, involucra el cambio o modificación del ADN, seguido por la selección de las características beneficiosas entre los descendientes. La mayoría de las alteraciones en el fenotipo o en los caracteres observables de las plantas (como su estructura física, su desarrollo y sus propiedades bioquímicas y nutricionales) se deben a cambios en su genotipo. Tradicionalmente el mejoramiento vegetal aplicaba una recombinación aleatoria entre genes de especies cercanas y sexualmente compatibles, a menudo con consecuencias impredecibles y siempre con total ignorancia de los detalles de los cambios genéticos. A mediados del siglo XX esto fue suplementado con el mejoramiento por mutagénesis, un método igualmente aleatorio que consiste en el tratamiento de semillas o plantas con agentes mutagénicos o altas dosis de radiación con la esperanza de generar mejoras en el fenotipo; esto también dio lugar a consecuencias genéticas impredecibles e inexploradas de entre las cuales el fitomejorador seleccionaba los caracteres beneficiosos. Más recientemente, se han desarrollado técnicas que permiten la transferencia de genes específicos, identificados y bien caracterizados, o de pequeños grupos de genes que confieren determinadas características, acompañadas de análisis precisos de los cambios genéticos y fenotípicos: esta última categoría se denomina "transgénesis" (porque se transfieren genes de un dador a un receptor) o "ingeniería genética" pero, en verdad, el término es aplicable a todos los métodos de mejoramiento.

3. Ya se han percibido importantes beneficios en países como Estados Unidos, Argentina, India, China y Brasil, donde las especies vegetales modificadas genéticamente se cultivan en forma extensiva.
4. También pueden ser de gran importancia para agricultores de escasos recursos y miembros vulnerables de las comunidades agrícolas pobres, especialmente mujeres y niños. En particular, el maíz y el algodón modificados genéticamente para una mayor resistencia ante insectos han reducido en gran medida el uso de insecticidas (y de esta manera han aumentado la seguridad de las prácticas agrícolas), y han contribuido a rendimientos sustancialmente más altos, a mayores ingresos familiares y a tasas de pobreza más bajas (y también a menos intoxicaciones con plaguicidas químicos) en pequeños sectores agrícolas específicos de varios países en desarrollo, incluyendo India, China, Sudáfrica y Filipinas.
5. La resistencia a herbicidas económicos y ambientalmente benignos en maíz, soja, canola (colza) y otros cultivos es la característica que se ha introducido con más frecuencia mediante el uso de ingeniería genética. Ha incrementado el rendimiento por hectárea, ha reemplazado el agotador control manual de malezas y ha permitido usar menos insumos, lo cual ha dado origen a técnicas de labranza mínima (labranza cero o siembra directa), que a su vez han reducido la tasa de erosión del suelo. Esta tecnología podría ser especialmente útil para los agricultores de países en desarrollo que, por razones de edad o enfermedad, no pueden dedicarse a la actividad tradicional de control manual de malezas.
6. La tecnología de ingeniería genética puede combatir deficiencias nutricionales a través de modificaciones que proporcionen micronutrientes esenciales. Por ejemplo, los estudios realizados con el "Arroz Dorado" biofortificado con provitamina A han mostrado que las dietas diarias que lo incluyan podrían ser suficientes para prevenir la deficiencia de vitamina A.
7. La aplicación de la tecnología de ingeniería genética en el desarrollo de resistencia ante insectos ha llevado a la reducción en el uso de insecticidas químicos, disminuyendo los costos de ciertos insumos agrícolas y mejorando la salud de los agricultores. Esta relación es particularmente importante en algunas zonas de muchas naciones europeas, donde las aplicaciones de insecticidas son bastante mayores que en otras regiones, y pueden dañar los ecosistemas en general así como la salud de las personas.
8. La tecnología de ingeniería genética puede ayudar a reducir las prácticas de labranza mecánica, que son dañinas y consumen energía, mejorando así la biodiversidad y protegiendo el ambiente, en parte gracias a la reducción de las emisiones de CO₂, el principal gas de invernadero de origen antropogénico.

9. El impacto que se espera a partir del cambio climático refuerza la necesidad de usar las técnicas de ingeniería genética conjuntamente con otras técnicas de mejoramiento en forma apropiada y deliberada, para que tales características como la resistencia ante sequías e inundaciones sean incorporadas a los cultivos más importantes de todas las regiones lo más rápido posible.
10. La tecnología de ingeniería genética ya ha incrementado los rendimientos de los agricultores pobres, y hay evidencias de que esto ha mejorado los niveles de ingreso y empleo, lo que no hubiera podido ocurrir de otra manera.
11. Los costosos controles regulatorios de la tecnología de ingeniería genética necesitan volverse científicamente justificables y basados en el riesgo. Esto significa que la regulación debería basarse en las características particulares de la nueva variedad vegetal, y no en los procesos tecnológicos empleados para desarrollarla.
12. Las evaluaciones de riesgo deben considerar no sólo los riesgos potenciales del uso de la nueva variedad vegetal, sino también los riesgos planteados por las alternativas si esa variedad particular no estuviera disponible.
13. En el sector público, se están realizando importantes esfuerzos para producir variedades o líneas mejoradas genéticamente de mandioca (yuca), batata (papa dulce, camote, boniato), arroz, maíz, banano, sorgo y otros cultivos tropicales importantes que representarán un beneficio directo para los pobres. Estos esfuerzos deberían ser fuertemente fomentados.
14. La magnitud de los desafíos que enfrentan los pobres y desnutridos del mundo debe ser tratada como un asunto urgente. Cada año las deficiencias nutricionales causan enfermedades y muertes prevenibles. El reciente aumento en los precios de los alimentos en todo el mundo ha revelado la vulnerabilidad de los pobres para competir por los recursos. En este contexto, los beneficios no aprovechados se pierden para siempre.
15. Dados estos hallazgos científicos, es un imperativo moral hacer que estos beneficios de la tecnología de ingeniería genética estén disponibles para las poblaciones pobres y vulnerables que los deseen a una mayor escala y en condiciones que les permitan mejorar sus estándares de vida y su salud, y proteger sus ambientes.

En general, la aplicación de la tecnología de ingeniería genética ha demostrado que es importante para mejorar la productividad agrícola en todo el mundo, pero sigue siendo apenas una parte de lo que debe ser una estrategia multifacética. Como ha señalado el Santo Padre Benedicto XVI: "...podría ser útil tener en cuenta las nuevas fronteras que se han abierto en el empleo correcto

de las técnicas de producción agrícola tradicional, así como las más innovadoras, en el caso de que éstas hayan sido reconocidas, tras una adecuada verificación, convenientes, respetuosas del ambiente y atentas a las poblaciones más desfavorecidas". (3) Sin embargo, reconocemos que, como ocurre con cualquier tecnología, no todos los avances de la tecnología de ingeniería genética podrán cumplir con sus promesas originales. Debemos seguir evaluando el aporte potencial de todas las tecnologías adecuadas, las que deberán ser usadas junto con el mejoramiento vegetal convencional y otras estrategias para mejorar la seguridad alimentaria y aliviar la pobreza para las generaciones venideras. (4) Muchas de ellas pueden usarse sinérgicamente con las tecnologías de ingeniería genética. Las estrategias incluyen la retención del *topsoil* a través de la siembra directa y otras prácticas conservacionistas, la adecuada aplicación de fertilizantes, el desarrollo de nuevos tipos de fertilizantes y agroquímicos amigables con el ambiente, la conservación del agua, el manejo integrado de plagas, la conservación de la diversidad genética, la adopción, donde corresponda, de nuevos tipos de cultivos y el mejoramiento de los cultivos existentes (especialmente los "cultivos huérfanos") (5) para un uso más amplio a través de inversiones y colaboraciones público-privadas. Otros factores de vital importancia para mejorar la seguridad alimentaria, o de particular importancia para países de escasos recursos, incluyen mejoras en la infraestructura (transporte, suministro de electricidad e instalaciones de almacenamiento), la mejora de capacidades mediante un asesoramiento imparcial y bien informado a los agricultores sobre la elección de las semillas a través de servicios de extensión a nivel local, el desarrollo de sistemas justos de financiamiento y de seguros, y el licenciamiento de tecnologías patentadas. Sin embargo, el hecho de comprender que en muchas regiones no hay una única solución al problema de la pobreza y la discriminación contra los pobres no debería impedir el uso de variedades modificadas mediante ingeniería genética cuando éstas pueden contribuir apropiadamente a una solución abarcadora.

Un debate público más amplio

En todo el mundo, la tecnología de ingeniería genética ha despertado interés y debate en el público en general con respecto al aporte que la ciencia puede hacer para responder a muchos de los desafíos que enfrenta la sociedad del Siglo XXI en relación con la salud y los alimentos. Este debate sobre el poder de esta tecnología, su potencial función y la gama de usos a los que puede aplicarse es bienvenido, pero la discusión debe basarse en información revisada por pares o verificable de alguna otra forma, para que la ciencia y la tecnología sean evaluadas apropiadamente, y sean reguladas y utilizadas en beneficio de la humanidad. No hacer nada no es una opción, ni tampoco pueden la ciencia y la tecnología abrirse o cerrarse como un grifo para brindar soluciones adecuadas a

los problemas a medida que estos surgen: más que nada, la tarea de la ciencia es prever los daños posibles a fin de evitarlos y asegurar el mayor bien posible. En este contexto, hay seis dominios de acción que necesitan atención: el entendimiento público de la ciencia; el lugar de los derechos de propiedad intelectual; el papel del sector público; el papel de la sociedad civil; la cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales y sociedad civil; y un marco regulatorio apropiado, justificable y a costo razonable.

El entendimiento público de la ciencia

Los participantes de nuestra reunión llamaron repetidas veces la atención sobre los malentendidos generalizados que circulan sobre la tecnología de ingeniería genética y que dominan tanto el debate público como la regulación administrativa. Por ejemplo, en el debate público generalmente se ignora que todas las formas de mejoramiento vegetal involucran modificación genética y que algunos ejemplos de lo que se llama mejoramiento "convencional" – tal es el caso de la mutagénesis inducida por radiación – tienen resultados que son intrínsecamente menos predecibles que la aplicación de las tecnologías de ingeniería genética.

Todos los participantes de la Semana de Estudio han asumido el compromiso de contribuir al diálogo y al debate público para que éste sea informado y esclarecedor. Es una obligación de los científicos hacerse oír, explicar su quehacer, desmitificar la tecnología y poner sus conclusiones al alcance de todos. Urgimos a aquellos que se oponen o son escépticos con respecto al uso de los cultivos modificados por técnicas de ingeniería genética y la aplicación de la genética moderna en general, a evaluar cuidadosamente sus fundamentos científicos y el daño demostrable que se provoca al privar de esta tecnología comprobada a quienes más la necesitan. El bien común sólo puede alcanzarse si el debate público descansa sobre los criterios más exigentes de la evidencia científica y el intercambio civilizado de opiniones.

El lugar de los derechos de propiedad intelectual

Al igual que en todos los aspectos de la sociedad moderna, los derechos de propiedad intelectual juegan un papel importante en el desarrollo de cualquier tecnología, incluyendo la biotecnología médica y agrícola. Somos conscientes de que las mejores prácticas del sector comercial han contribuido significativamente al objetivo de eliminar la pobreza y la inseguridad alimentaria. Sin embargo, y de acuerdo con la enseñanza social de la Iglesia,

que señala como derecho primario el destino universal de los bienes de la tierra a toda la humanidad, (6) instamos a los actores tanto públicos como privados a reconocer que sus reivindicaciones legítimas sobre los derechos de propiedad deberían estar subordinadas, en la medida de lo posible y aun más allá de las normas existentes de la sociedad civil, a este destino universal, y a prevenir el enriquecimiento injusto y la explotación de los pobres y vulnerables.

Las colaboraciones público-privadas se han vuelto cada vez más importantes para el fomento del desarrollo y la distribución de las variedades mejoradas de los cultivos consumidos regularmente por las personas pobres de los países en desarrollo. El proyecto humanitario "Arroz Dorado" es un excelente ejemplo de tal colaboración, donde las patentes pertenecientes a las compañías privadas fueron rápidamente licenciadas, sin costo alguno, a las instituciones públicas a cargo de desarrollar las variedades que ahora están listas para ser empleadas por los agricultores para el beneficio de las sociedades de las que forman parte. Hay otros ejemplos similares en desarrollo, y tal progreso es congruente con la creencia de que todos los seres humanos tienen derechos sobre los frutos de la tierra. Cuando el sector privado muestra buena voluntad para que las tecnologías patentadas estén disponibles para el beneficio de los pobres, merece nuestras felicitaciones, y lo alentamos a continuar rigiéndose por los más altos estándares éticos en este ámbito.

Por lo tanto, cuando consideramos la relación entre actividad comercial y ética, todas y cada una de las compañías privadas, y en particular las multinacionales del sector agrícola, deberían evitar confinarse solamente a las ganancias económicas. Por sobre todo, deberían transmitir valores humanos, culturales y educativos. Por esta razón, *Caritas in veritate* le da la bienvenida a los recientes avances hacia una "economía civil" y una "comunidad económica", que constituyen una realidad integrada que sin excluir las ganancias, las ve como un medio para lograr fines humanos y sociales. En efecto, esta encíclica afirma que "la pluralidad de las formas institucionales de empresa es lo que promueve un mercado más civilizado y al mismo tiempo más competitivo". (7) Estas reflexiones son particularmente válidas en lo que se refiere a la calidad y cantidad de alimentos disponibles para una población.

El papel del sector público

En su mayor parte, el desarrollo de las nuevas variedades de cultivos que hicieron posible la Revolución Verde en el Siglo XX estuvo a cargo de laboratorios de investigación del sector público de varios países. Aunque el sector público ya no tiene un cuasi-monopolio sobre tales hallazgos, su papel es vital y es todavía muy importante. En particular, puede usar los fondos obtenidos a partir de ingresos nacionales y agencias de desarrollo para

promover investigaciones relevantes a los cultivos requeridos por los grupos de personas más pobres y los más vulnerables. El sector público desempeña un papel importante para que los resultados de las investigaciones estén al alcance de todos, y puede innovar de una forma que le resulta muy difícil al sector privado, para el cual el desarrollo de variedades agrícolas para su comercialización es un objetivo central. Si la cooperación entre los sectores privado y público ha sido probadamente beneficiosa en el desarrollo de muchas aplicaciones de la ciencia y la tecnología en las áreas de salud, la agricultura no debería ser una excepción. Lamentablemente, debemos reconocer que, en el caso del mejoramiento vegetal por métodos biotecnológicos modernos, la regulación excesiva y carente de rigor científico eleva en gran medida los costos de I + D sin ningún incremento concomitante de la inocuidad, y hace que su aplicación y uso por parte de instituciones del sector público sea difícil y a menudo imposible por motivos económicos.

El papel de la sociedad civil

Gobiernos, sociedades científicas, ONG, instituciones de caridad, organizaciones de la sociedad civil y religiones pueden todos desempeñar un papel en promover el diálogo informado y el amplio entendimiento público de los beneficios que la ciencia puede proveer, así como trabajar para mejorar todos los aspectos de la vida de los menos afortunados. Deben ayudar a proteger a los pobres de la explotación de cualquier tipo y con cualquier propósito, pero también cargan con la responsabilidad de asegurar que no se les niegue a estas comunidades el acceso a los beneficios de la ciencia moderna, para evitar que vivan condenadas a la pobreza, la enfermedad y la inseguridad alimentaria.

Cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales y sociedad civil

Como ya se ha señalado, la tecnología de ingeniería genética ha hecho contribuciones importantes al mejoramiento vegetal y la seguridad alimentaria. La apropiada aplicación de la tecnología en combinación con otros enfoques moleculares para el mejoramiento vegetal ofrece el potencial de hacer más aportes de importancia para mejorar tanto los cultivos comerciales como los llamados "huérfanos" en los países en desarrollo. El uso de estos avances científicamente comprobados puede ser considerado así como un Bien Público Global.

Debido al alto costo en I + D de estas nuevas estrategias para el mejoramiento vegetal, junto con los excesivos costos regulatorios para llevar al mercado las nuevas variedades modificadas mediante técnicas de ingeniería genética, estas tecnologías han sido en un principio empleadas sólo por compañías multinacionales para el mejoramiento de cultivos de importancia comercial para el mundo desarrollado. El uso de tecnologías de ingeniería genética para el mejoramiento vegetal para el bien público ha sido limitado por dos razones principales:

1. El alto costo involucrado y la falta de inversión por parte de los gobiernos nacionales. Como resultado, no se ha aplicado esta estrategia para mejorar y adaptar cultivos regionales, incluyendo algunos importantes (llamados "huérfanos") como el sorgo, la mandioca (yuca), el plátano, etc., que no se comercializan internacionalmente, y para los cuales no se ha justificado la inversión comercial por parte de las compañías multinacionales.
2. La excesiva e innecesaria regulación de esta tecnología comparada con todas las demás tecnologías agrícolas, que la ha hecho demasiado costosa para ser aplicada a cultivos de "menor importancia", y a aquellos que no pueden ofrecerle a los que los desarrollan una rentabilidad acorde con la inversión y el riesgo asumidos. Esto, por supuesto, no se aplica solamente al sector privado: toda inversión, pública o privada, debe evaluarse a la luz de su posible rentabilidad. Por lo tanto, como resultado de la inversión necesaria, la regulación problemática y la incertidumbre con respecto a sus resultados, el sector público, así como el privado, pueden llegar a abstenerse de desarrollar productos para usos limitados, en comparación con los cultivos comerciales importantes (conocidos como *commodities*).

Hay, pues, una necesidad de cooperación entre gobiernos, organizaciones internacionales y agencias de desarrollo y caritativas en este ámbito. Los beneficios potenciales de tal cooperación fueron demostrados cuando las corporaciones multinacionales mostraron buena voluntad para negociar con asociaciones público-privadas con el fin de efectuar donaciones gratuitas de importantes tecnologías patentables para el mejoramiento vegetal. En el caso del "Arroz Dorado", esto permitió que la tecnología fuera transferida a muchos países de Asia. Otros ejemplos incluyen el maíz tolerante a sequías en África, las legumbres y hortalizas resistentes a insectos en India y África, y varias decenas de proyectos más en África, Asia y América Latina.

Definición de un enfoque adecuado para el control regulatorio

Para que los beneficios de cualquier tecnología puedan concretarse, se requiere de un marco regulatorio adecuado. Las regulaciones excesivamente estrictas desarrolladas por los países ricos, y enfocadas casi exclusivamente en los riesgos hipotéticos de los cultivos modificados mediante técnicas de ingeniería genética, discriminan a los países pobres y en desarrollo, así como a los productores y comerciantes minoristas más pequeños y necesitados. Esto ha colocado a los pobres del mundo en una desventaja inaceptable. El daño ocasionado por no poder usar tecnologías de producción más precisas y predecibles es irreversible, en el sentido de que los costos de oportunidad generados por la falta de inversión, I + D y productos (y sus beneficios) no pueden recuperarse.

La evaluación de las variedades vegetales nuevas y mejoradas debería basarse en sus características agronómicas y no en las tecnologías empleadas para producirlas: deberían juzgarse a la luz de sus propiedades reales. Esto facilitaría la explotación del potencial de la tecnología para nuestro beneficio común, a través de la generación de nuevas variedades, con características mejoradas, tanto de los cultivos principales como de los locales. Debe enfatizarse que esto no significa usar a los pobres con fines experimentales, sino de asegurar su acceso a tecnologías que han demostrado ser inocuas, ampliamente aceptadas y beneficiosas en la mayor parte del mundo tanto desarrollado como en desarrollo. No podemos darnos el lujo de ser aun más temerosos ante la ciencia y la tecnología – y los consiguientes riesgos planteados por los alimentos y la agricultura – que lo que percibimos como aceptable en el resto de nuestras vidas cotidianas.

Los peligros hipotéticos asociados con la ingeniería genética aplicada a los cultivos no difieren de los vinculados a otras instancias de la aplicación de esta tecnología en otros organismos (vg., las empleadas en biotecnología médica, o en la producción de enzimas por biotecnología para el procesamiento del queso o la cerveza). Los riesgos a corto plazo que puedan surgir por la presencia de productos tóxicos o alergénicos pueden ser estudiados y excluidos de las nuevas variedades vegetales, un procedimiento que en esta tecnología es más precautorio que en el caso de los cultivos de variedades mejoradas por métodos convencionales. Con respecto a las consecuencias evolutivas a largo plazo, el conocimiento actual de la evolución molecular, que indica que en la naturaleza esta evolución ocurre a tasas bajas a través de la variación genética espontánea, muestra claramente que las modificaciones introducidas en el genoma por ingeniería genética sólo pueden seguir las bien estudiadas estrategias naturales de la evolución biológica. Las modificaciones viables sólo son posibles de a pequeños pasos. Esto resulta entendible si uno imagina que los genomas de las plantas terrestres son como grandes enciclopedias de varios

cientos de libros, y que las modificaciones genéticas generadas por las técnicas modernas afectan a sólo uno o algunos pocos de los casi 26.000 genes presentes en el genoma típico de una planta. Por consiguiente, el posible riesgo evolutivo de los eventos de la ingeniería genética no puede ser mayor que los riesgos del proceso natural de evolución biológica o de la aplicación de la mutagénesis química, ambos responsables de la generación de vastos y mal caracterizados cambios genéticos. Las estadísticas muestran que los efectos no deseados de tales cambios son extremadamente infrecuentes y en el caso del mejoramiento convencional, se eliminan mediante un proceso de selección.

Dados los avances en el conocimiento científico desde la adopción en 2000 del Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad, ha llegado el momento de volver a examinar este protocolo a la luz del entendimiento científico sobre los beneficios y las necesidades regulatorias.

Fe, razón científica y ética

Para el que es creyente, el punto de partida de la visión cristiana es la confirmación del origen divino del hombre, sobre todo debido a su alma, que explica el mandato que Dios dio al ser humano de gobernar a todas las criaturas que viven sobre la Tierra a través del trabajo, al que dedica la fuerza de su cuerpo guiada por la luz del espíritu. En este sentido los seres humanos se convierten en los representantes de Dios, desarrollando y modificando a aquellos seres de la naturaleza de los cuales pueden obtener alimento a través de la aplicación de los métodos de mejoramiento. (8) Así, por muy limitada que sea la acción de los hombres en el cosmos infinito, ellos participan sin embargo del poder de Dios y son capaces de construir su mundo, es decir un ambiente propicio para su dual vida corpórea y espiritual, su subsistencia y su bienestar. De este modo las nuevas formas humanas de intervención en el mundo natural no deberían ser vistas como contrarias a la ley natural que Dios le dio a la Creación. Efectivamente, como señaló Pablo VI ante la Pontificia Academia de las Ciencias en 1975, (9) por un lado, el científico debe considerar honestamente la cuestión del futuro del hombre en la Tierra, y como persona responsable, debe ayudar a prepararla y preservarla para la subsistencia y el bienestar, y eliminar los riesgos. Así, debemos expresar nuestra solidaridad hacia las generaciones presentes y futuras como una forma de amor y caridad cristianos. Por otro lado, el científico debe también estar animado por la confianza de que la naturaleza guarda posibilidades secretas que deben ser descubiertas y empleadas por la inteligencia del hombre, de modo de alcanzar el nivel de desarrollo que forma parte del plan del Creador. Por lo tanto, la intervención científica debería ser vista como un desarrollo de la naturaleza física, vegetal o animal para el beneficio de la vida humana, de la misma manera que "se han agregado muchas cosas para el beneficio de la vida

humana por sobre la ley natural, tanto a través de la ley divina como de las leyes humanas". (10)

Recomendaciones:

1. Aumentar la disponibilidad de información confiable para los reguladores, agricultores y productores de todo el mundo, de manera de que puedan tomar decisiones sensatas basadas en la información y en el conocimiento actualizados sobre todos los aspectos de la gestión agropecuaria para alcanzar la productividad y la sustentabilidad.
2. Estandarizar – y racionalizar – en forma universal los principios involucrados en la evaluación y la aprobación de nuevas variedades agrícolas (sean éstas producidas por las tecnologías llamadas convencionales, de mejoramiento asistido por marcadores o de ingeniería genética) de modo de que tengan rigor científico, estén basados en los riesgos, y sean predecibles y transparentes. Es crítico que el alcance de lo que se somete a la evaluación caso a caso sea tan importante como la revisión misma; debe también tener rigor científico y estar basado en los riesgos.
3. Reevaluar la aplicación del principio precautorio en la agricultura, reestructurándolo científica y prácticamente y haciendo que los requerimientos y procesos regulatorios sean proporcionales a los riesgos, sin dejar de considerar los riesgos asociados a la inacción. Se debe pensar que la prudencia (*phronesis* o *prudencia*) es la sabiduría práctica que debería guiar la acción. (11) Aunque esta sabiduría práctica o prudencia necesita precaución para alcanzar dicha comprensión del bien y evitar el mal, su principal componente no es la precaución sino la predicción. Esto significa que la característica básica de la prudencia no es abstenerse de actuar para evitar el daño, sino usar la predicción científica como base para la acción. (12) Así, el Papa Benedicto XVI, en su discurso ante la Pontificia Academia de las Ciencias en ocasión de la Sesión Plenaria de 2006 sobre "Predecibilidad de la Ciencia", enfatizó que la posibilidad de hacer predicciones es una de las razones más importantes del prestigio de que goza la ciencia en la sociedad contemporánea, y que la creación del método científico le ha dado a la ciencia la capacidad de predecir fenómenos, estudiando su desarrollo y resguardando así el hábitat de los seres humanos. "En efecto, podríamos decir", afirma el Papa Benedicto, "que la labor de prever, controlar y gobernar la naturaleza, que la ciencia hace hoy más factible que en el pasado, forma parte del plan del Creador". (13)

4. Evaluar el Protocolo de Cartagena, un acuerdo internacional que regula el comercio de las variedades vegetales modificadas mediante técnicas de ingeniería genética, y que fue creado cuando se sabía menos sobre esta ciencia, de modo de asegurar que sea acorde con el conocimiento científico actual.
5. Liberar a las técnicas de ingeniería genética más modernas, precisas y predecibles en materia de mejoramiento vegetal de la regulación excesiva y carente de rigor científico, permitiendo su aplicación para mejorar la calidad nutricional y la productividad de los cultivos (y eventualmente también la producción de vacunas y otros fármacos) en todo el mundo.
6. Promover el potencial de la tecnología de ayudar a los pequeños productores mediante un financiamiento adecuado de la investigación, la mejora de capacidades y la capacitación, enlazados a través de políticas públicas apropiadas.
7. Alentar una amplia adopción de prácticas agrícolas productivas, sensatas y sustentables, y de servicios de extensión, que son especialmente críticos para mejorar la vida de los pobres y necesitados en todo el mundo.
8. Para asegurar que el mejoramiento asistido por la tecnología de ingeniería genética y por los marcadores moleculares sea usado para mejorar los cultivos relevantes en las naciones pobres y con inseguridad alimentaria, donde se espera tengan un impacto importante a favor de la seguridad alimentaria, instamos a los gobiernos, agencias de desarrollo internacionales e instituciones caritativas a aumentar el financiamiento en esta área. Dada la urgencia, organizaciones internacionales como la FAO, el CGIAR, el PNUD o la UNESCO tienen la responsabilidad moral de garantizar la seguridad alimentaria para la población mundial actual y futura. Deben hacer todo lo posible por mediar en el establecimiento de colaboraciones público-privadas para asegurar la explotación gratuita de estas tecnologías para el bien común de las naciones en desarrollo, donde tendrán el mayor impacto. (14)

Antecedentes

La Semana de Estudio de la Pontificia Academia de las Ciencias (PAS), celebrada entre el 15 y el 19 de Mayo de 2009, fue organizada, en nombre de la PAS, por el miembro de la academia Profesor Ingo Potrykus, con el apoyo de los Profesores Werner Arber y Peter Raven, también miembros de la academia. Los organizadores sabían que desde 2000, cuando la misma Academia publicó el Documento de Estudio sobre "Plantas Comestibles Genéticamente Modificadas"

para Combatir el Hambre en el Mundo”, se había acumulado una enorme cantidad de evidencia y experiencia sobre los cultivos modificados por técnicas de ingeniería genética.

El objetivo de esta Semana de Estudio fue, por lo tanto, evaluar los beneficios y los riesgos de la ingeniería genética y de otras prácticas agrícolas sobre la base del conocimiento científico actual y su potencial aplicación para mejorar la seguridad alimentaria y el bienestar humano en todo el mundo, en el contexto de un desarrollo sustentable. Los participantes conocían también la enseñanza social de la Iglesia en lo relativo a la biotecnología, y aceptaron el imperativo moral de enfocarse en la aplicación responsable de la tecnología de ingeniería genética de acuerdo con los principios de la justicia social.

La participación fue sólo por invitación, y los participantes fueron seleccionados por sus méritos científicos en sus respectivas áreas de conocimiento y por su compromiso con el rigor científico y la justicia social. Al seleccionar a los participantes, los organizadores basaron su elección en la necesidad de alcanzar el principal objetivo de la reunión, que fue el de revisar la experiencia acumulada hasta hoy. Aunque hubo diferencias de opiniones, puntos de vista y énfasis entre los participantes, todos coincidieron en los principios generales contenidos en esta declaración.

Los participantes de la Semana de Estudio se incluyen a continuación y en orden alfabético:

Miembros de la Pontificia Academia de las Ciencias:

Prof. em. Werner Arber • Suiza, Universidad de Basilea. Microbiología, Evolución.

Prof. Nicola Cabibbo † • Roma, Presidente de la Pontificia Academia de las Ciencias. Física.

S.Em. Georges Cardinal Cottier • Ciudad del Vaticano. Teología.

Prof. em. Ingo Potrykus • Suiza, Emérito, Instituto Federal Suizo de Tecnología. Biología vegetal, Biotecnología agrícola.

Prof. em. Peter H. Raven • EE.UU., Presidente del Jardín Botánico de Missouri. Botánica, Ecología.

S.E. Mons. Marcelo Sánchez Sorondo • Vaticano, Canciller de la Pontificia Academia de las Ciencias. Filosofía.

Prof. Rafael Vicuña • Chile, Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile. Microbiología, Genética Molecular.

Expertos externos:

Prof. em. Klaus Ammann • Suiza, Universidad de Berna, *Botánica, Ecología.*

Prof. Kym Anderson • Australia, Universidad de Adelaida, CEPR y Banco Mundial. *Economía del Desarrollo Agrícola, Economía Internacional.*

Dr.iur. Andrew Apel • EE.UU., Raymond, Editor en jefe de GMObelus. *Filosofía, Derecho.*

Prof. Roger Beachy • EE.UU., Centro de Ciencias Vegetales Donald Danforth. NIVA, National Institute of Food and Agriculture, Washington DC. *Fitopatología, Biotecnología Agrícola.*

Prof. Peter Beyer • Alemania, Universidad Albert-Ludwig, Freiburg. *Bioquímica, Vías Metabólicas.*

Prof. Joachim von Braun • EE.UU., Washington, Director General, Instituto Internacional de Investigación en Política Alimentaria. *University of Bonn, Center for Development Research (ZEF). Economía de la Agricultura y el Desarrollo*

Prof. Moisés Burachik • Argentina, Buenos Aires, Coordinador General de la Dirección de Biotecnología. *Biotecnología Agrícola, Bioseguridad.*

Prof. Bruce Chassy • EE.UU., Universidad de Illinois en Urbana-Champaign. *Bioquímica, Seguridad Alimentaria.*

Prof. Nina Fedoroff • EE.UU., Universidad Estatal de Pensilvania. *Biología Molecular, Biotecnología.*

Prof. Dick Flavell • EE.UU., CERES, Thousand Oaks, Inc. *Biotecnología Agrícola, Genética.*

Prof. Jonathan Gressel • Israel, Rehovot, Instituto Weizmann de Ciencias. *Protección Vegetal, Bioseguridad.*

Prof. Ronald J. Herring • EE.UU., Ithaca, Universidad de Cornell. *Economía Política.*

Prof. Drew Kershen • EE.UU., Universidad de Oklahoma. *Legislación Agrícola, Legislación Biotecnológica .*

Prof. Anatole Krattiger • EE.UU., Ithaca, Universidad de Cornell y Universidad Estatal de Arizona, Director, Global Challenges Division, WIPO, Geneva, Switzerland *Gestión de la Propiedad Intelectual.*

Prof. Christopher Leaver • Reino Unido, Universidad de Oxford. *Ciencias Vegetales, Fitobiología Molecular.*

Prof. Stephen P. Long • EE.UU., Urbana, Instituto de Ciencias de la Energía. *Biología Vegetal, Ciencia de los Cultivos, Ecología.*

Prof. Cathie Martin • Reino Unido, Norwich, John Innes Centre: *Ciencias Vegetales. Regulación Celular.*

- Prof. Marshall Martin • EE.UU., West Lafayette, Universidad de Purdue. *Economía Agrícola, Evaluación de Tecnologías.*
- Prof. Henry Miller • EE.UU., Institución Hoover, Universidad de Stanford. *Bioseguridad, Regulación.*
- Prof. Marc Baron van Montagu • Bélgica, Gent, Presidente, Federación Europea de Biotecnología. *Microbiología, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Piero Morandini • Italia, Universidad de Milán. *Biología Molecular, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Martina Newell-McGloughlin • EE.UU., Universidad de California, Davis. *Biotecnología Agrícola.*
- S.Em. Mons. George Nkuo • Camerún, Obispo de Kumbo. *Teología.*
- Prof. Rob Paarlberg • EE.UU., Wellesley College. *Ciencias Políticas.*
- Prof. Wayne Parrott • EE.UU., Athens, Universidad de Georgia. *Agronomía, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Channapatna S. Prakash • EE.UU., Universidad de Tuskegee. *Genética, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Martin Qaim • Alemania, Universidad Georg-August de Göttingen. *Economía Agrícola, Economía del Desarrollo.*
- Dr. Raghavendra S. Rao • India, New Delhi, Departamento de Biotecnología, Adviser Ministerio de Ciencia y Tecnología. *Agricultura, Fitopatología.*
- Prof. Konstantin Skryabin • Rusia, Moscow, Centro de Bioingeniería de la Academia Rusa de Ciencias. *Biología Molecular, Biotecnología Agrícola.*
- Prof. Monkumbu Sambasivan Swaminathan • India, Presidente, Fundación de Investigación M.S. Swaminathan. *Agricultura, Desarrollo Sustentable.*
- Prof. Chiara Tonelli • Italia, Universidad de Milán. *Genética, Regulación Celular.*
- Prof. Albert Weale • Reino Unido, Consejo Nuffield sobre Bioética y Universidad de Essex, University College of London, Dept. of Political Sciences. *Ciencias Sociales y Políticas.*
- Prof. Robert Zeigler • Filipinas, Director General, Manila, Instituto Internacional de Investigación en Arroz. *Agronomía, Fitopatología.*

Notes

1. Cf. Juan Pablo II, Carta Encíclica *Laborem exercens*, 5: *loc. cit.*, 586-589.
2. *Caritas in veritate*, § 69.
3. *Caritas in veritate*, § 27.
4. "Es un principio que hay que recordar en la misma producción, cuando se trata de promoverla con la aplicación de biotecnologías, que no pueden evaluarse exclusivamente según intereses económicos inmediatos. Es necesario someterlas previamente a un riguroso control científico y ético, para evitar que desemboquen en desastres para la salud del hombre y el futuro de la tierra" (Juan Pablo II, *Discurso en el Jubileo del Mundo Agrícola*, 11 de Noviembre de 2000).
5. Los cultivos huérfanos, también llamados cultivos abandonados o perdidos, son cultivos de gran valor económico en los países en desarrollo. Incluyen cereales (como el mijo y el tef), legumbres (garbanzo, almorta y *vigna subterranea* o *bambara groundnut*) y cultivos de raíz (mandioca y papa dulce). Aunque son vitales para la subsistencia de millones de agricultores de escasos recursos, la investigación en estos cultivos está atrasada con respecto a la de los cultivos más importantes comercialmente. Se debería prestar más atención a la investigación en cultivos huérfanos para aumentar la productividad agrícola y alcanzar la autosuficiencia alimentaria en los países en desarrollo.
6. *Centesimus annus*, § 6.
7. *Caritas in veritate*, § 46.
8. "Dios tiene el dominio soberano sobre todas las cosas: Él, de acuerdo con Su providencia, guía a ciertas cosas para el sustento del cuerpo de hombre. Por esta razón el hombre tiene el dominio natural sobre las cosas, en lo que se refiere al poder de hacer uso de ellas" (Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, II-II, q. 66, a. 1 ad 1).
9. Cf. Pablo VI, Discurso ante la Sesión Plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias del 19 de Abril de 1975, *Papal Addresses*, Ciudad del Vaticano, 2003, p. 209.
10. Santo Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, I-II, 94, a.5. Cf. *loc. cit.* ad 3.
11. "La prudencia (*phronesis*) es una cualidad racional para alcanzar la verdad, concerniente a la acción relacionada con las cosas que son buenas para los seres humanos". (Aristóteles, *Eth. Nic.*, VI, 5, 1140 b 20,). Cf. también el resto del capítulo.
12. "La predicción es el principio de la prudencia... Por lo tanto la prudencia por su propio nombre proviene tanto de la predicción (providencial) como de su esencia o componente principal" (Santo Tomás de Aquino, *Summa Theologica*, II-II, q. 49, a. 6 ad 1).
13. Discurso del Santo Padre Benedicto XVI a la Sesión Plenaria de la Pontificia Academia de las Ciencias. Disponible online en

http://www.vatican.va/holy_father/benedict_xvi/speeches/2006/november/documents/hf_ben-xvi_spe_20061106_academy-sciences_sp.html

14. Cf. P. Dasgupta, "*Science as an Institution: Setting Priorities in a New Socio-Economic Context*". Conferencia Mundial sobre la Ciencia (WSC) para el Siglo XXI: Un Nuevo Compromiso (UNESCO, París, 2000).

Translation: Wayne Parrott, Rafael Vicuña, Moisés Burachik, *S.E. Mons. Marcelo Sánchez Sorondo*