

# La biotecnología como factor de competitividad

RODRIGO GALLEGOS TOUSSAINT

Consultor del Instituto Mexicano para la Competitividad.

En el último semestre de 2007, la decisión de aprobar los permisos experimentales para maíz genéticamente modificado ha causado gran preocupación en la opinión pública y en el interior del gobierno federal. Anticipando este debate entre autoridades y distintos grupos, el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) se dio a la tarea de analizar de forma objetiva y robusta los impactos que tiene la biotecnología en el sector agroindustrial de México, en particular la introducción de maíz genéticamente modificado.

Los resultados del análisis muestran que no hay razón alguna para que exista polémica alrededor del tema y que son más la ignorancia e intereses de algunos grupos los que obstaculizan la decisión de introducir dicha tecnología en el país.

El estudio realizado concluye que la biotecnología es un factor clave para detonar la competitividad del campo, en particular para el maíz, donde ya existe tecnología probada para aumentar la productividad del principal cultivo de México. Este artículo pretende enumerar algunos de los principales resultados de dicha investigación.

## ¿Qué es y para qué sirve la biotecnología?

La biotecnología en su forma más pura se refiere al uso de organismos vivos, o sus productos, para modificar la salud y el entorno humano. El objetivo práctico es manipular organismos para crear o transformar un producto.

La biotecnología ha existido desde la prehistoria con el descubrimiento del cultivo y la crianza de animales. Algunos de los más antiguos ejemplos del uso de biotecnología son en el uso de células de levadura para hacer el pan más suave o de

células de bacterias para la producción de quesos. Hoy, el uso de la biotecnología es mucho más amplio. Abarca desde el cultivo de tejidos hasta la clonación, entre muchas otras ramas. Pero al final, cualquiera de estas sirve para mejorar, repetir o modificar características de organismos vivos o, incluso, crear nuevos genotipos, pero todo con el fin de servir a la humanidad.

En el sector agroindustrial, la biotecnología permite crear plantas más tolerantes a plagas y sequías. Los alimentos pueden tener más proteínas, vitaminas e incluso la posibilidad de contener vacunas. También permite la creación de alimentos con más vida de anaquel o más resistentes al transporte. En suma, permite la producción de alimentos de mayor calidad.

No tendría caso comercializar un cultivo nuevo o mejorado si no fuera mejor su rendimiento, calidad o valor nutritivo. La gran cantidad de tiempo, dinero y trabajo para crear y estudiar organismos genéticamente modificados (OGM), ya habla de sus ventajas. Es importante recordar que detrás de cualquier semilla genéticamente modificada hay al menos diez a quince años de estudios y pruebas. Por ello, al comercializarse dichos cultivos son los alimentos más estudiados, mucho más que cualquiera de las frutas, legumbres u otros productos que comemos diariamente.

Hace escasos cinco años la comarca lagunera obtuvo beneficios por más de seis millones de dólares en dos años de uso de algodón genéticamente modificado, según un estudio publicado por el Banco Mundial.<sup>1</sup> Al contrario de lo que muchos creen, el estudio muestra que el beneficio se repartió en su mayoría entre productores (84%) y entre empresas productoras de semilla (16%). Desafortunadamente, el efecto no se reflejó en precios a los consumidores por la





escasa representación del algodón mexicano en el comercio internacional.

Al igual que el algodón, el maíz transgénico también ha probado tener beneficios importantes para productores, consumidores y empresas en el mundo. Por ello, su adopción ha crecido de manera importante y se espera que así continúe en los próximos años.

Hoy dichos cultivos ya representan más de 102 millones de hectáreas en más de 22 países, de los cuales cerca de 40% son países en vías de desarrollo.<sup>2</sup>

Otra gran ventaja de adoptar dicha tecnología es la posibilidad de que a través de transferencia se puedan estudiar y mejorar variedades mexicanas. La empresa Don Mario en Argentina es un claro ejemplo de cómo a través de transferencia de tecnología y confianza empresarios argentinos lograron crear una alianza con semilleros estadounidenses para crear semillas transgénicas para cultivos de la región. Hoy dicha empresa es líder en la venta de semillas de soya para Argentina. De la misma manera México podría potenciar la transferencia de dicha tecnología para la diversidad de sus maíces.

### La importancia del maíz genéticamente modificado en México

En México se encuentran más variedades de maíz que en cualquier otra parte del mundo. Sin embargo, las productividades de estos cultivos varían

desde 14 hasta una tonelada por hectárea y en promedio la productividad es baja, de aproximadamente tres toneladas por hectárea. Si bien esto es importante, lo más relevante es que dicha productividad se ha rezagado al compararse con los principales productores de maíz del mundo (gráfica 1).

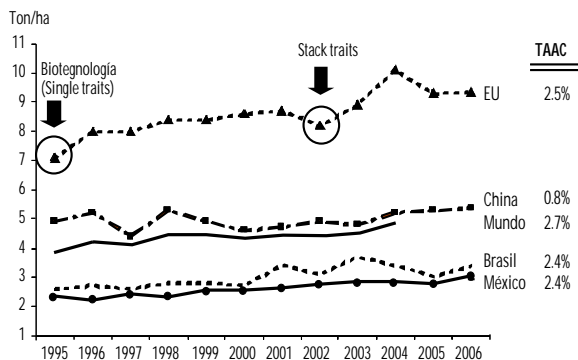
La gráfica 1 muestra el rezago de México frente a los principales productores de maíz, ya que a pesar de que la tasa de crecimiento anual compuesta de la productividad es de 2.4%, parecida a los demás países, dicha tasa es para una productividad promedio de la mitad de la mundial. Esto a pesar de ser el quinto productor de maíz en el mundo.<sup>3</sup>

La productividad de países como Estados Unidos, el principal productor de maíz y el que más tiempo ha utilizado maíz genéticamente modificado, muestra como la introducción de dicho maíz ha impulsado su productividad de manera importante. El primer brinco en productividad se dio en 1995 cuando se introdujeron, por primera vez, semillas de maíz genéticamente modificado. Mientras que el segundo salto se dio en 2002 cuando se introdujeron semillas transgénicas que en lugar de incluir un solo gen incluían genes múltiples (*stack traits*). El futuro para el maíz en Estados Unidos y otros países que hacen uso del maíz genéticamente modificado avizora más brincos como estos, de hecho los estadounidenses estiman que podrían duplicar sus productividades promedio a 20 toneladas por

Gráfica 1. Evolución rendimientos del maíz en México

Fuente: Consejo Nacional Agropecuario y FAO.

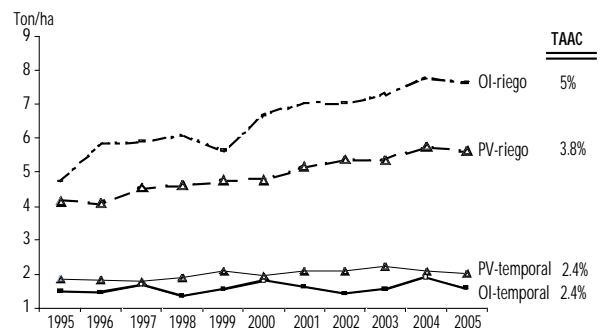
Donde la TAAC= Tasa Anual de Crecimiento Compuesto.



Gráfica 2. Evolución del rendimiento por tecnología empleada en México

Fuente: IMCO con información de Sagarpa SIAP.

Donde la TAAC= Tasa Anual de Crecimiento Compuesto.





hectárea para 2030.<sup>4</sup> Mientras tanto, en México la productividad del maíz se rezaga y todavía discutimos acerca de los riesgos que implica para la producción nacional la incorporación de dicha tecnología.

En nuestro país las principales diferencias en la productividad del maíz se dan entre productores de riego y temporal, donde los primeros no sólo duplican la productividad de los segundos sino que crecen más rápidamente (gráfica 2).

Como se puede ver en la gráfica anterior hay mucho por hacer para mejorar sobre todo la productividad de los agricultores de temporal, la mayor parte de los productores. La mejora de dicha productividad es aún más necesaria si consideramos que cada día necesitamos más maíz y cada vez hay menos tierras disponibles para este cultivo.

La evidencia en el mundo muestra que, en promedio, el maíz genéticamente modificado supera en una tonelada por hectárea a las variedades convencionales (1 055 kg por hectárea).<sup>5</sup> Además, los productores se benefician adicionalmente al tener menor daño por hongos y un 95% en la eficacia del control de barrenadores en variedades de maíz Bt.<sup>6</sup>

Por ello, en el IMCO consideramos prioritario evaluar el efecto del maíz genéticamente modificado tanto para productores como para consumidores mexicanos. Abordamos esta cuestión a través de dos modelos. El primero es un modelo de costos variables que permite medir el impacto que dicha tecnología tiene en el abasto y precio del maíz en los principales centros de consumo de México. El segundo es un modelo de equilibrio general, que permite medir el impacto en precios y cantidades de bienes y factores de producción, tras la introducción de dicha tecnología. A continuación se resumen los principales resultados de ambos modelos.

### Resultados del modelo de costos variables

El modelo de costos variables tiene como fin construir una curva de oferta de maíz en los principales centros de consumo. Para esto se utilizaron los costos variables de producción<sup>7</sup> y los costos de logística<sup>8</sup> para cada uno de los centros de consumo estudiados (gráfica 3).<sup>9</sup> Una vez obte-

nida la curva para cada centro de consumo se hizo un ejercicio de simulación para medir el cambio en la oferta de maíz con la introducción de maíz genéticamente modificado.<sup>10</sup> Esto permitió contrastar la curva de oferta original de maíz con la nueva curva de oferta, una vez incorporado el maíz genéticamente modificado (gráfica 3 curva azul).

La gráfica 3 muestra que todos los proveedores de maíz para Guadalajara son, en promedio, competitivos, excepto por Chiapas. Esto debido a que es más barato producir, almacenar y transportar maíz de todos los estados que abastecen maíz en Guadalajara (excepto Chiapas) que traerlo de Estados Unidos (precio de indiferencia de Aserca).

La razón por la que el maíz de Chiapas llega a Guadalajara es que hay productores en Chiapas mucho más eficientes que el promedio del estado y son estos los que llegan a surtir el mercado de Guadalajara a costos competitivos.

La gráfica también muestra dos curvas de oferta: una punteada y otra en azul. La segunda es la oferta tras la introducción de maíz genéticamente modificado. Por lo que es menos alta y más ancha que la curva original, debido a que disminuye en 14% los costos y aumenta 13% la producción de maíz para Guadalajara (el más importante a nivel nacional).

La disminución en costos de 14% de abastecer maíz en Guadalajara no sólo se debe a la mayor productividad sino a la reducción del uso de pesticidas y herbicidas en cerca de 12%, de fertilizantes en 5% (en el mediano plazo) y en tiempo hombre de 5%. Los cuatro efectos combinados son mayores al aumento en el costo de la semilla supuesto en cerca de 20 por ciento.

Aunque el análisis anterior excluye costos de renta de la tierra<sup>11</sup> y los costos fijos de producción, el utilizar los costos variables permite determinar los efectos de la tecnología en consumidores finales de maíz. Otro punto es que los productores de temporal son los más beneficiados por la introducción de esta tecnología, por lo que la brecha entre productores de temporal y de riego disminuye en el tiempo.

Finalmente, es importante destacar que la experiencia en el uso de maíz genéticamente modifi-



cado en Filipinas y Honduras así como la de sorgo en Brasil, son claros ejemplos de que es posible introducir dicha tecnología en pequeños productores, como los de temporal en México.

**Resultados del modelo de equilibrio general**

Un modelo de equilibrio general es un conjunto de ecuaciones simultáneas que intentan modelar lo que sucede en la economía cuando cambia alguna de las variables consideradas. Estos modelos proporcionan información acerca de los efectos en distintos mercados, tanto de factores como de bienes, cuando cambian los precios o cantidades producidas o importadas.

Dichos modelos se contrastan con la realidad ya que deben reflejar los equilibrios actuales de precios y producción. Para hacerlo es necesario simplificar la realidad ya que no habría forma de incluir todos los bienes producidos en la economía mexicana.

En el caso del modelo elaborado por el IMCO se modelaron los siguientes productores y factores:

- Cuatro productos agrícolas (maíz, caña, frijol y trigo)
- Nueve productos agroindustriales (etanol, tortillas de nixtamal, carne de pollo,

cerdo y bovino, harina de trigo, harina de maíz, leche y azúcar.

- Nueve insumos (capital, trabajo, transporte, agua, semilla, fertilizante, pesticida, tierra, almacenamiento y logística).

Los principales resultados que arroja el modelo de equilibrio general al incorporar maíz genéticamente modificado son:<sup>12</sup>

- El uso de semillas genéticamente modificadas no sólo aumentaría la producción de maíz sino de los demás cultivos considerados en el modelo (frijol, caña y trigo), ya que se liberarían más recursos productivos (tierra, capital, fertilizantes, pesticidas etc.), al producirse más toneladas de maíz por hectárea y, por ende, dichos insumos se aprovecharían en otras actividades agrícolas.
- Disminuiría el costo relativo de todos los factores debido a que habría más abundancia relativa de éstos, excepto por el transporte. Una mayor producción de maíz implica más cuellos de botella en logística y mayor presión sobre la infraestructura actual. Por ello, mejorar la productividad del campo debe acompañarse de una política de logística que permita transportar y almacenar mayor producto de manera más eficiente y barata.
- Habría una mejora en el bienestar social<sup>13</sup> de cerca de 9%. En otras palabras, los mexicanos (productores y consumidores) estaríamos mejor por la introducción de dicha tecnología.

Tras los resultados que arrojan ambos modelos la pregunta obligada es ¿por qué si existen tantos beneficios del uso de maíz genéticamente modificado, México no lo ha adoptado?

Las respuestas que hemos encontrado a lo largo de la investigación se pueden resumir en: miedo, ignorancia y escepticismo sobre los beneficios de la biotecnología.

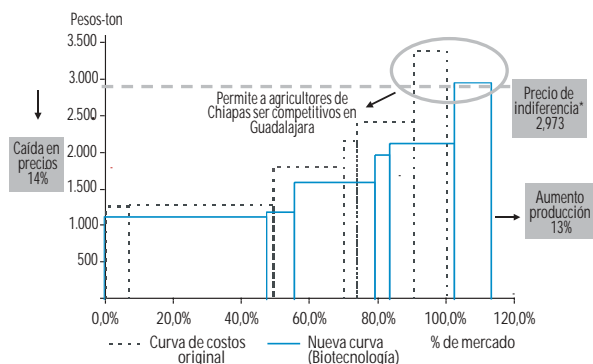
El sector agroindustrial carece de una visión de largo plazo y no ha impulsado la regulación y reglamentación para el uso de dicha tecnología.

**Miedos y mitos alrededor de la biotecnología**

El más viejo de los miedos en torno a la biotecnología tiene que ver con daños a la salud. Basta con preguntar a cualquier persona su

**Gráfica 3. Curva de oferta de maíz en principal centro de consumo en el país, Guadalajara 2007**

\* Precio de Indiferencia a 27 de junio en Guadalajara es el precio de traer maíz Norteamericano a este mercado según las estimaciones de Aserca.  
Fuente: IMCO con datos ASERCA, Sagarpa, AgroBio e INIFAP al 2007. Solo se utilizó información de distribución de maíz en México de Aserca, usando sus costos de fletes largo, flete corto, almacenamiento y financiamiento e incluye aumento en costo semilla y aumentos en productividad por región, estimados para 5 regiones de México por Agro Bio.





opinión sobre los organismos genéticamente modificados, y pronto se revela el miedo a estos. Sin embargo, en las discusiones académicas este punto ya no tiene mayor relevancia pues no hay evidencia alguna sobre efectos tóxicos a la salud, directos o indirectos, por el uso de OGM.

La British Medical Association ha declarado (2004) que no hay riesgos a la salud derivados del consumo de alimentos que provienen de organismos genéticamente modificados.

Una muestra de esto es que en nuestro país llevamos más de diez años comiendo maíz transgénico a través de frituras y pollo sin mayor problema (se estima que 60% del maíz importado es genéticamente modificado).

El segundo miedo más común a los OGM es el deterioro del medio ambiente. Sin embargo, tampoco hay evidencia empírica de daños ambientales a pesar de que algunos de los países con mayor biodiversidad (Brasil, Colombia, México y Filipinas) utilizan transgénicos desde hace más de cinco años.

En el IMCO consideramos el cuidado del medio ambiente una prioridad ya que es uno de los diez factores de competitividad. Por ello, pusimos gran interés en los documentos que evalúan la experiencia de cultivos genéticamente modificados tanto en Estados Unidos como en la Comunidad Europea. En estos documentos, de carácter científico, encontramos que no hay ninguna evidencia que pruebe que dicha tecnología amenaza la biodiversidad sino, por el contrario, tiene un efecto positivo sobre el medio ambiente.

Por ejemplo, según el estudio "Global impact of biotech crops: Socio-Economic and environmental effects in the first ten years of commercial use"<sup>14</sup> (2006) el uso de soya, canola y algodón genéticamente modificado ha disminuido el uso de pesticidas en 7%, reduciendo las emisiones de bióxido de carbono a la atmósfera en el equivalente a remover más de cuatro millones de automóviles al año, y también han contribuido a disminuir la contaminación del agua.

Por otro lado, el miedo que existe a que se sustituyan muchas especies por OGM puede evitarse fácilmente al localizar el uso de transgénicos por zonas o bien guardar los genes de maíces criollos

en un banco de germoplasma para utilizarlos cuando sea necesario. Esta última alternativa, además, permite que, con los avances de la biotecnología, se puedan mejorar estas variedades o potenciar sus características únicas en el futuro.

Uno de los argumentos más nuevos y con más fuerza en contra del uso de transgénicos es la dependencia de empresas extranjeras, ya que éstas patentan el uso de dicha tecnología y la venden a los productores de países en vías de desarrollo.

Si bien es cierto que para el caso del maíz hay una concentración de dicha tecnología en unas cuantas empresas, la evidencia en Latinoamérica muestra que los beneficios se han distribuido de manera equitativa entre productores, consumidores e industria. Es decir, cerca de 30% de los beneficios para cada uno de estos grupos.

De acuerdo con el estudio del Banco Mundial "Productivity and innovation in the Latin America agricultural sector", para el caso particular del algodón transgénico en México, 84% de los beneficios lo recibieron los productores y 16% las empresas comercializadoras de dichas semillas. Por ello, tampoco se puede concluir que la concentración de dichas semillas en compañías extranjeras haya derivado en beneficios excesivos para éstas.

Finalmente, el último argumento utilizado de forma recurrente en contra de la biotecnología es la ampliación de la brecha económica entre los productores grandes e industrializados y los pequeños productores.

La evidencia recogida por el Banco Mundial en México, Argentina y China, muestra que los pequeños campesinos no han tenido mayor dificultad que los grandes productores para acceder a dicha tecnología. Más de 95% de los clientes de compañías como Monsanto y Dupont son productores de menos de diez hectáreas.

## Conclusiones

Los beneficios en productividad del maíz genéticamente modificado son evidentes, más para un país como México con tan bajos rendimientos y poca disponibilidad de recursos como el agua. Sin embargo adaptar y difundir dicha tecnología requiere tiempo y esfuerzo.



Por ello, es urgente la adopción de dicha tecnología para mejorar la productividad agrícola de México. Además las nuevas variedades de maíz genéticamente modificados tolerantes a la sequía, que hoy están en pruebas, son una verdadera oportunidad para muchas de las tierras de temporal de un país semidesértico como México.

De acuerdo con estudios de Monsanto, en el tercer año de pruebas de los maíces tolerantes a sequías, se han encontrado mayores rendimientos (hasta 23%) comparados con otras variedades en zonas de estrés de agua.<sup>15</sup>

Los principales productores del mundo ya han abierto sus puertas al maíz genéticamente modificado y esperan aumentar su productividad de manera importante en el futuro. Además los avances tecnológicos son tales que los estadounidenses pretenden duplicar su rendimiento a 20 toneladas por hectárea para el 2030.<sup>16</sup>

México tiene diez años de retraso en el uso de maíz genéticamente modificado. Para lograr la primera cosecha de maíz transgénico se requiere pasar por cuatro etapas<sup>17</sup> que al menos implican tres años de espera. Por ello, el IMCO se une a la petición de los pequeños y grandes agricultores de México, así como a algunos grupos de ambientalistas y especialistas, al considerar urgente aprobar el reglamento y los permisos para el uso de maíz transgénico en el país. ¡El país ya tiene un retraso de diez años que no puede soportar más!

La introducción de dicha tecnología es una oportunidad que el país no puede dejar pasar. No sólo permite la posibilidad de crear empresas y tecnología propia, sino mejorar el bienestar de los mexicanos, sobre todo el de los más pobres, aquellos que obtienen el 15% de sus ingresos monetarios por el cultivo de sus parcelas pero que destinan cerca de 35% de su ingreso para alimentarse. No se puede seguir ignorando a 105 millones de consumidores mexicanos y a miles de productores. Es hora de que México comience a tecnificar la producción de su cultivo más importante.

<sup>1</sup> Banco Mundial *Productivity and innovation in the Latin America Agricultural Sector*, Banco Mundial 2004.

<sup>2</sup> The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications 2007 en la presentación de Dra. Norma A. Ruiz Torres, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coah.

<sup>3</sup> FAO.

<sup>4</sup> AgroBio y Monsanto.

<sup>5</sup> Norma A. Ruiz Torres, *Biología: alternativa para incrementar la producción agrícola y lograr la seguridad alimentaria*, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo.

<sup>6</sup> *Ibid.*,

<sup>7</sup> Costos de productores de FIRA para distintos estados.

<sup>8</sup> Comprende los costos de almacenamiento y transporte que utiliza para sus apoyos.

<sup>9</sup> Se estudiaron diez centros de consumo que representan cerca de 64% del consumo nacional: DF, Guadalajara, Monterrey, Veracruz, Cd. Obregón, Durango, Mérida, Querétaro, Puebla y Toluca.

<sup>10</sup> Para dicha simulación se asumió que el costo de la semilla transgénica es 20% más alto y que la caída en el uso de pesticidas y herbicidas en un periodo de dos años es entre 10-15% y la de fertilizantes de 5% al tercer año. El aumento en productividad se obtuvo de escenarios de AgroBio, que varían de 8-13% según la zona del país.

<sup>11</sup> Por falta de información para el país

<sup>12</sup> En donde se aumento de 3 ton/ha a 6.5 toneladas por hectárea la moda.

<sup>13</sup> Dicho bienestar esta medido con las curva de utilidad de Samuelson Bergson.

<sup>14</sup> Graham Brookes y Peter Barfoot, *Global Impact of Biotech Crops: Socio-Economic and Environmental Effects in the First Ten Years of Commercial Use*, AgBioForum, 9(3): 139-151. ©2006 AgBioForum.

<sup>15</sup> David Fischhoff, *Technology Strategy and Development* Monsanto Company.

<sup>16</sup> De acuerdo a cifras de Monsanto.

<sup>17</sup> Aprobación del reglamento de organismos genéticamente modificado, Otorgar permisos para pruebas experimentales en predios de INIFAP, Otorgar permisos para pruebas piloto en campo y Aprobación para uso comercial.

