

# Céleres® Ambiental

## Los beneficios sociales y ambientales de los cultivos biotecnológicos en Brasil: 1996/97 - 2009/10

- EL CASO DEL ALGODÓN RESISTENTE A INSECTOS Y DEL ALGODÓN TOLERANTE A HERBICIDA
- EL CASO DEL MAÍZ RESISTENTE A INSECTOS
- EL CASO DE LA SOYA TOLERANTE A HERBICIDA

### INTRODUCCIÓN

El propósito de este documento es comentar los principales resultados del estudio sobre "Los beneficios sociales y ambientales de la adopción de la biotecnología: 1996/97 – 2009/10"<sup>1/</sup> realizado por Céleres Ambiental<sup>2/</sup> en la segunda mitad de 2010. Dicho análisis revelará los resultados de los beneficios ambientales y sociales obtenidos como resultado de la adopción de algodón resistente a insectos, algodón tolerante a herbicida, maíz resistente a insectos y soya tolerante a herbicida.

<sup>1/</sup> Se puede tener acceso al estudio completo "Los beneficios sociales y ambientales de la adopción de la biotecnología 1996/97 - 2009/10" en el sitio en Internet: [www.celeres.com.br](http://www.celeres.com.br)

<sup>2/</sup> Céleres Ambiental® es una compañía de asesoría ambiental que opera en el sector agroindustrial con base en Uberlândia, Minas Gerais. Al buscar adaptarse a los requisitos del mercado, ha obtenido capacidades comprobadas en proyectos de administración ambiental en la industria de la caña de azúcar – etanol, silvicultura y producción de granos.

### CONTENIDO

Los beneficios sociales y ambientales de la biotecnología en Brasil: de 1996/97 a 2009/10	1
Comparación de los beneficios sociales y ambientales de la biotecnología en Brasil: temporada de cosecha 2008/09 y 2009/10	3
Proyección de los beneficios sociales y ambientales de la biotecnología en Brasil: de 2010/11 a 2019/20	5
El atractivo de la biotecnología social y ambiental en Brasil	6
La eficiencia en el uso de los agroquímicos con la adopción de la biotecnología	7
Consideraciones finales	8
<b>FIGURA 1.</b> Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: USO DEL AGUA	2
<b>FIGURA 2.</b> Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: USO DEL DIESEL	2
<b>FIGURA 3.</b> Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: EMISIONES DE CO <sub>2</sub>	2
<b>FIGURA 4.</b> Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: USO DEL INGREDIENTE ACTIVO	2
<b>FIGURA 5.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2008/09: USO DEL AGUA	3
<b>FIGURA 6.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: USO DEL AGUA	3
<b>FIGURA 7.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2008/09: Diesel	3
<b>FIGURA 8.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: Diesel	3
<b>FIGURA 9.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2008/09: EMISIONES DE CO <sub>2</sub>	4
<b>FIGURA 10.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: EMISIONES DE CO <sub>2</sub>	4
<b>FIGURA 11.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2008/09: USO DE INGREDIENTE ACTIVO	4
<b>FIGURA 12.</b> Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: USO DE INGREDIENTE ACTIVO	4
<b>FIGURA 13.</b> Beneficios sociales y ambientales proyectados del periodo 2010/11 a 2019/20: USO DEL AGUA	5
<b>FIGURA 14.</b> Beneficios sociales y ambientales proyectados del periodo 2010/11 a 2019/20: USO DE DIESEL	5
<b>FIGURA 15.</b> Beneficios sociales y ambientales proyectados del periodo 2010/11 a 2019/20: EMISIONES DE GAS CARBONO	5
<b>FIGURA 16.</b> Beneficios sociales y ambientales proyectados del periodo 2010/11 a 2019/20: USO DE INGREDIENTE ACTIVO	5
<b>FIGURA 17.</b> Algodón GM: Matriz Atractivo /Riesgos sociales y ambientales en la cosecha 2009/10	6
<b>FIGURA 18.</b> Maíz GM, cosecha de verano: Matriz Atractivo / Riesgos sociales y ambientales en la cosecha 2009/10	6
<b>FIGURA 19.</b> Maíz GM, cosecha de invierno: Matriz Atractivo / Riesgos sociales y ambientales en la cosecha 2009/10	7
<b>FIGURA 20.</b> Soya GM: Matriz Atractivo / Riesgos sociales y ambientales en la cosecha 2009/10	7
<b>FIGURA 21.</b> Algodón GM: uso comparado de agroquímicos en Mato Grosso (cosecha 2009/10)	7
<b>FIGURA 22.</b> Maíz GM, uso comparado de agroquímicos en Paraná (cosecha verano 2009/10)	8
<b>FIGURA 23.</b> Maíz GM, uso comparado de agroquímicos en Mato Grosso (cosecha invierno 2009/10)	8
<b>FIGURA 24.</b> Soya GM, uso comparado de agroquímicos en Paraná (temporada 2009/10)	8
<b>FIGURA 25.</b> Aumento en el área sembrada con la no adopción de la biotecnología agrícola	9



### CONTACTO

Rua Jamil Tannus, 1045  
Uberlândia, Minas Gerais - MG  
CEP: 38.400-134  
**Tel.:** (34) 3229-1313  
**Fax:** (34) 3229-4949  
**Correo electrónico:** [celeres@celeres.com.br](mailto:celeres@celeres.com.br)  
[www.celeres.com.br](http://www.celeres.com.br)

# Los beneficios sociales y ambientales de la biotecnología en Brasil: de 1996/97 a 2009/10

Los siguientes tres capítulos tratarán sobre los beneficios sociales y ambientales asociados con la adopción de la biotecnología en Brasil, considerando tres periodos. Primeramente, se analizará el periodo que va de 1996/97 a 2009/10, y posteriormente se le comparará con los beneficios obtenidos en las temporadas 2008/09 y 2009/10, y finalmente, se analizará el periodo futuro entre 2009/10 y 2019/20. Para el análisis de los beneficios sociales y ambientales logrados durante los periodos mencionados anteriormente, se consideraron los eventos disponibles y ya comercializados en el Brasil, a saber: soya tolerante a herbicida, algodón resistente a insectos, algodón tolerante a herbicida y maíz resistente a insectos.

En décadas recientes, la sociedad mundial ha desarrollado una mayor interés en la calidad de la vida humana, que necesariamente está condicionada a la protección del ambiente. Esta percepción ganó fuerza con el acelerado crecimiento de la población y la inestabilidad respecto de la seguridad de los alimentos. De acuerdo con la información de la FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, en 2009 hubo un nivel crítico de hambre en el mundo, la cantidad de personas sin acceso a los alimentos rompió de nuevo la barrera de un mil millones de personas, revirtiendo un proceso de disminución que había ocurrido en años recientes. Parte de este hecho puede asociarse a alzas en los precios de los alimentos y la crisis financiera.

De acuerdo con los investigadores de todo el mundo y datos de la FAO, la producción de alimentos debe aumentar un 70 por ciento para alimentar una población de nueve mil millones de personas para el año 2050. Sin duda, un aspecto social con fuertes implicaciones ambientales ya que la escasez de tierras es un factor limitante para aumentar la productividad. Por tanto, los agricultores se verán forzados a volverse más efectivos en sus labores de cultivo, en lugar de ampliar el área de siembra. El aumento de la producción de alimentos tradicionalmente ha significado aumentar la dependencia en plaguicidas y fertilizantes y un excesivo consumo de agua, lo cual puede degradar el suelo y los recursos de agua. De acuerdo con la FAO, “el aumento sustentable de la producción agrícola depende del uso racional de los insumos agrícolas con niveles de toxicidad relativamente aceptables, en el momento adecuado en el ciclo de crecimiento y en cantidades adecuadas”.

En este contexto, la biotecnología se presenta como una herramienta capaz de contribuir con más prácticas agrícolas sustentables que reducen la presión sobre los recursos naturales. Además, comprueba que es eficaz para promover la biodiversidad y ayuda a sembrar alimentos en áreas vecinas desde un punto de vista agronómico. Durante los pasados cuatro años, Céleres Ambiental ha seguido la evolución del uso de la biotecnología agrícola y los beneficios sociales y ambientales derivados de ella para la agricultura brasileña. El estudio de este año, tomando en cuenta los datos de las campañas agrícolas de 2009/10 muestra que el nivel de beneficios está aumentando en la medida que los productores adoptan cada vez más la biotecnología. En este contexto, se analizarán los siguientes factores: uso del agua, uso de diesel, emisiones de carbono y el uso de ingredientes activos.

Considerando el volumen de agua usada en la agricultura, la adopción de la biotecnología en Brasil ha contribuido de forma efectiva a reducir 16.2 mil millones de litros, lo que es igual a suministrar agua para una población de 368,800 personas durante el periodo que va de 1996/97 a 2009/10 (Figura 1). De este total, la reducción relacionada con los cultivos de soya que han adoptado la biotecnología, representa el 86%; este porcentaje se justifica por la extensión del área cultivada y el hecho de que esta tecnología está disponible en el mercado para su venta durante una mayor cantidad de tiempo. Por su parte, los cultivos con la adopción del algodón genéticamente modificado son responsables del 2% de la reducción en el porcentaje del volumen de agua, teniendo como resultado el área más pequeña sembrada con algodón cuando se le compara con otros cultivos.

La reducción del volumen de agua usada en la agricultura, involucró una contribución significativa del cultivo de maíz GM, con una participación del 12% del volumen. Vale la pena resaltar que la reducción del volumen de agua es equivalente a abastecer a una población de 368,800 personas en el periodo. Dado el interés mundial actual en la distribución y calidad del agua, es innegable la importancia de la biotecnología como un instrumento para proporcionar beneficios que protejan los recursos naturales.

Con respecto a la reducción del consumo de diesel en los terrenos agrícolas que han adoptado la biotecnología en Brasil, el beneficio obtuvo ahorros de 134.6 millones de litros. Este volumen habría sido suficiente para abastecer a una flota de 56,000 vehículos ligeros en el periodo de 1996/97 a 2009/10 (Figura 2).

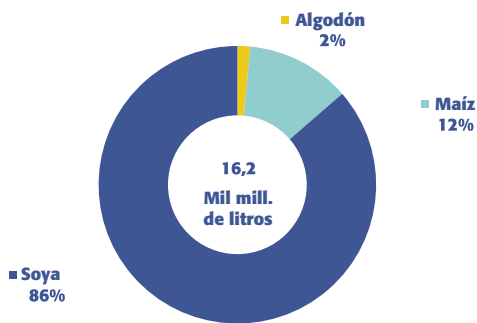
Otro beneficio analizado a partir de la adopción de los cultivos biotecnológicos fue la reducción en emisiones de CO<sub>2</sub> por el consumo de combustible utilizado en la maquinaria agrícola. En el periodo entre 1996/97 y 2009/10, la adopción de la biotecnología redujo las emisiones de CO<sub>2</sub> en 357,000 toneladas, lo cual equivale a conservar 2.6 millones de árboles en un bosque ribereño (Figura 3). Los porcentajes se mantienen, según se observó en la discusión anterior sobre los beneficios proporcionados por cada cultivo GM.

Debido a la cantidad que se emite, el CO<sub>2</sub> es el mayor contribuidor al calentamiento global. Sus emisiones representan el 55% del total de las emisiones globales de gases tipo invernadero (GHG, por sus siglas en inglés). Por tanto, en vista de la creciente presión de la sociedad respecto al efecto invernadero y como consecuencia del esfuerzo global para tratar de reducir esos gases, los beneficios que se abordaron anteriormente, resaltan la importancia de la biotecnología como una herramienta para la protección de los recursos naturales y para mantener la calidad de vida.

La reducción en el uso de los ingredientes activos registrada para el periodo que va de 1996/97 a 2009/10, en plantaciones con cultivos GM, también fue significativa (Figura 4). La reducción para este periodo en Brasil, fue de 9.6 toneladas. Dados los niveles de contaminación del suelo y los recursos naturales causados por el uso inadecuado de agroquímicos, un ahorro de casi 10,000 toneladas en el uso de ingredientes activos en las plantaciones con cultivos GM contribuye de manera efectiva a la protección del ambiente y a la calidad de vida de las personas.

FIGURA 1:

### Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: USO DEL AGUA



**Equivalente a 368,800  
personas abastecidas  
durante el periodo<sup>1/</sup>**

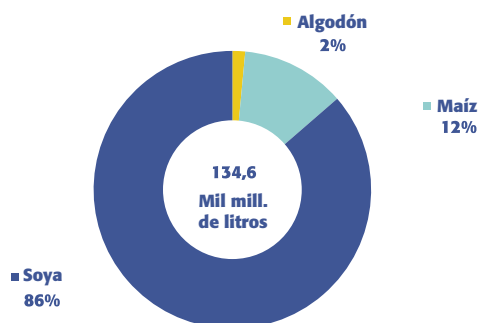
1/ Dado el consumo diario de 120 litros por persona recomendado por las NU.

Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

Nota: Soyas: 1996/97 a 2009/10 Algodón de 2004/05 a 2009/10 Maíz: 2008/09 y 2009/10.

FIGURA 2:

### Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: USO DEL DIESEL



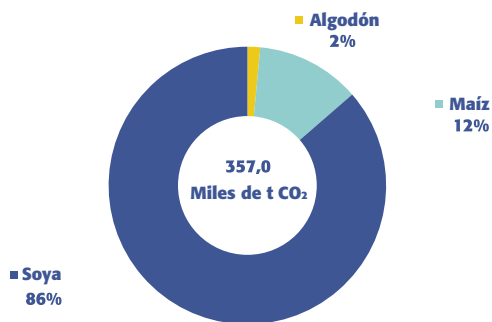
**Equivalente a 56,000  
vehículos a diesel en el  
periodo<sup>2/</sup>**

2/ Considerando el consumo promedio de vehículos ligeros a diesel, con distancia recorrida de 24,000 km por año y consumo de 10 km por litro.

Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

FIGURA 3:

### Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: EMISIONES DE CO<sub>2</sub>



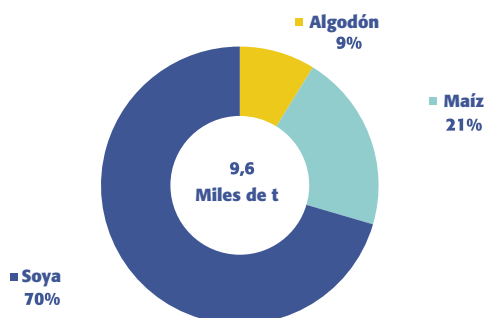
**Equivalente a 2.6 mil-  
lones de árboles<sup>3/</sup>**

3/ Considerando especies de bosque ribereño.

Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

FIGURA 4:

### Beneficios ambientales de 1996/97 a 2009/10: USO DEL INGREDIENTE ACTIVO



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

# Comparación de los beneficios sociales y ambientales de la biotecnología en Brasil: temporada 2008/09 y 2009/10

En este capítulo se formulará la comparación de los beneficios sociales y ambientales obtenidos mediante el uso de los cultivos biotecnológicos agrícolas en 2008/09 y 2009/10. Los factores analizados son los que ya se han abordado en el capítulo anterior, a saber: uso del agua, el uso del diesel, las emisiones de bióxido de carbono y el uso de ingredientes activos. Es importante mencionar que los eventos por analizarse incluyen soya tolerante a herbicida, algodón resistente a insectos, algodón tolerante a herbicida y maíz resistente a insectos.

El análisis del uso de agua en las plantaciones con cultivos GM, en las dos temporadas mencionadas, en especial para eventos con resistencia a insectos, muestra que entre más eficiente es la tecnología, mayor será el volumen de agua que no se utilizará en esas plantaciones debido a la reducción de las aplicaciones de agroquímicos. Como consecuencia, habrá una mejor aceptación por parte de los productores y habrán áreas más extensas que se siembren con transgénicos. Por tanto, en la temporada 2008/09 el volumen de agua que se dejó de utilizar en las plantaciones de transgénicos fue de 2,100 millones de litros (Figura 5), mientras que en 2009/10 este volumen alcanzó los 3,600 millones de litros de agua que ya no se utilizaron más (Figura 6), un aumento de 1,500 millones de litros en beneficios en comparación con la segunda temporada. Es importante observar la participación significativa de maíz transgénico en los beneficios totales de la biotecnología para el factor de uso del agua. La participación en el cultivo de maíz en 2008/09 fue responsable del 19%, llegando al 43% en 2009/10, de los beneficios totales.

FIGURA 5:

## Beneficios ambientales de la temporada 2008/09: USO DEL AGUA

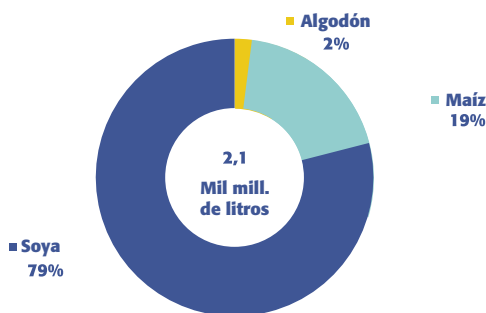
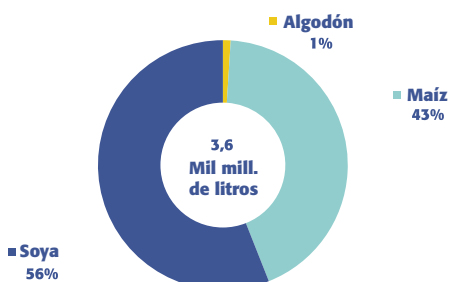


FIGURA 6:

## Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: USO DEL AGUA

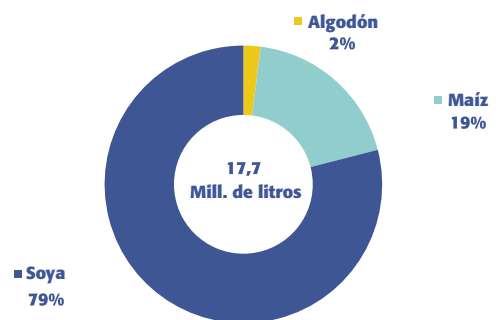


Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

En relación con el diesel usado en la maquinaria agrícola en cultivos transgénicos en la temporada 2008/09, hubo ahorros de 17.7 millones de litros (Figura 7). En la temporada 2009/10, los cultivos GM han contribuido a ahorrar 29.7 millones de litros de diesel como combustible de la maquinaria (Figura 8), correspondiendo a un aumento en el beneficio de 12 millones de litros de una cosecha a otra. De nueva cuenta, se observó que el cultivo de maíz ha experimentado un crecimiento significativo en la participación de los beneficios totales de la biotecnología (43%) en 2009/10 en comparación con la cosecha anterior (19%).

FIGURA 7:

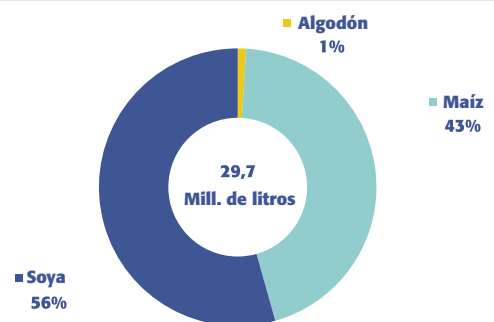
## Beneficios ambientales de la temporada 2008/09: DIESEL



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

FIGURA 8:

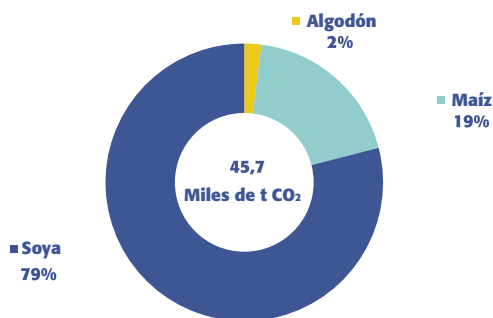
## Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: DIESEL



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

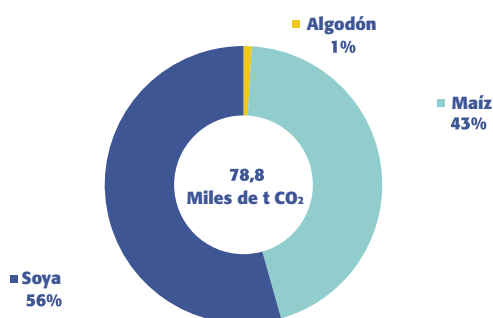
Como resultado del uso del diesel en la maquinaria agrícola, la reducción en las emisiones del bióxido de carbono también se analizó junto con la adopción de los cultivos biotecnológicos en Brasil. En este contexto, para la temporada 2008/09 la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> alcanzó las 45,700 tons, mientras que en la siguiente temporada, es decir, 2009/10, esta reducción en las emisiones de bióxido de carbono alcanzó las 78,800 tons., lo cual corresponde a un beneficio efectivo adicional de 33,000 tons. de CO<sub>2</sub> que ya no se liberaron más a la atmósfera de una temporada de cosecha a la otra.

**FIGURA 9:**  
**Beneficios ambientales de la temporada 2008/09: EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

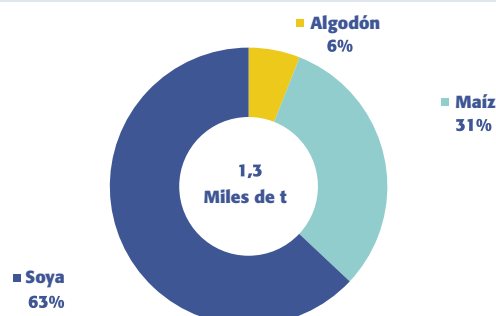
**FIGURA 10:**  
**Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: EMISIONES DE CO<sub>2</sub>**



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

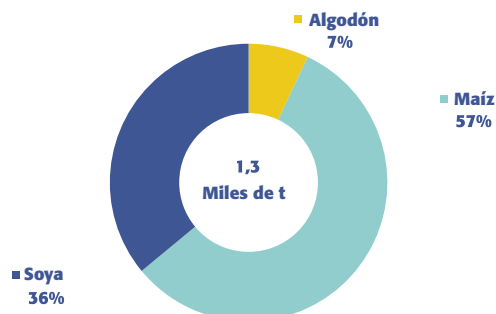
La reducción en el uso de los ingredientes activos en los cultivos que han adoptado la biotecnología en Brasil, alcanzaron las 1,300 toneladas en 2008/09 y de 2,700 tons. en 2009/10. Efectivamente, 4,000 tons. de ingredientes activos dejaron de liberarse durante las dos temporadas anteriores, contribuyendo a una mayor protección del ambiente, menor contaminación de los recursos de agua y a la salud de los trabajadores agrícolas. Es importante resaltar que el cultivo de maíz en la temporada de 2009/10 obtuvo la mayor participación de los beneficios, llegando al 57% del total. En la temporada anterior 2008/09, la participación en el beneficio total del cultivo fue equivalente al 31%.

**FIGURA 11:**  
**Beneficios ambientales de la temporada 2008/09 USO DE INGREDIENTE ACTIVO**



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

**FIGURA 12:**  
**Beneficios ambientales de la temporada 2009/10: USO DEL INGREDIENTE ACTIVO**



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

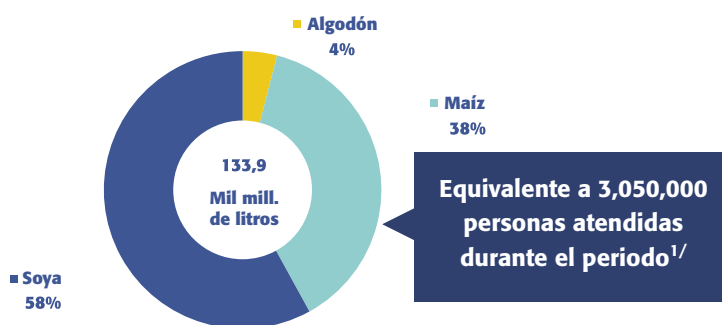
# Proyección de los beneficios sociales y ambientales de la biotecnología en Brasil: de 2010/11 a 2019/20

En este capítulo se analizarán las proyecciones de los beneficios sociales y ambientales de plantaciones que emplean la biotecnología para el periodo 2010/11 a 2019/20. Se mantendrán los mismos supuestos relacionados con los eventos considerados y los factores analizados.

Con relación al uso del agua para el periodo futuro bajo consideración, el beneficio que se anticipa es un ahorro de 134,000 millones de litros en plantaciones que adoptarían los cultivos biotecnológicos. Este volumen sería equivalente a atender a una población de 3.0 millones de personas para el periodo que va de 2010/11 a 2019/20. En este contexto, de acuerdo con la proyección presentada, la soya participará con 58% del beneficio total, el maíz con 38% y el algodón con el 4%.

FIGURA 13:

## Beneficios sociales y ambientales proyectados para el periodo de 2010/11 a 2019/20: USO DEL AGUA



1/ Dado el consumo diario de 120 litros por persona recomendado por las NU.  
Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

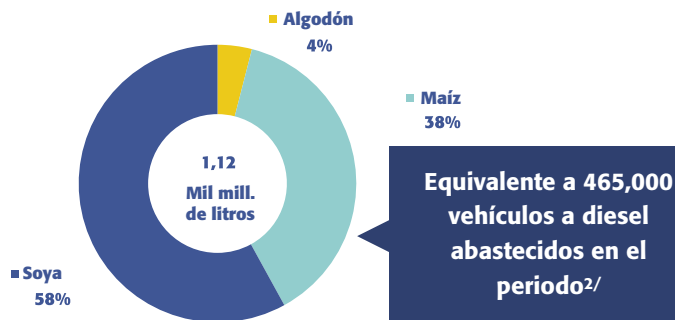
Otro factor considerado en las proyecciones sociales y ambientales fue el uso de diesel que requiere la maquinaria agrícola en las plantaciones de cultivos GM. El volumen del diesel ahorrado en plantaciones brasileñas que se espera adopten los cultivos GM sería de 1,120 millones de litros. Este volumen sería suficiente para abastecer una flota de 465,000 vehículos ligeros para el periodo considerado en las proyecciones (Figura 14). Tan sólo por uso de agua, las participaciones diseñadas para cada cultivo de los beneficios ambientales totales, permanece constante.

Para las emisiones de bióxido de carbono liberadas a la atmósfera debido al uso de diesel en la maquinaria agrícola, considerando la adopción de cultivos transgénicos en Brasil para el futuro periodo en consideración, se proyecta que aproximadamente 3,000 tons. del gas podrían dejar de liberarse a la atmósfera (Figura 15). Este volumen sería equivalente a conservar 21.8 millones de árboles en un bosque ribereño.

Finalmente, el uso de ingredientes activos fue proyectado para el periodo de 2010/11 a 2019/20, asumiendo que se adopta la biotecnología. Como tal, la reducción en el volumen de ingredientes activos utilizados para las proyecciones del periodo serían de 127 miles de toneladas (Figura 16). Es importante resaltar que el cultivo con la participación mayor de beneficios en el futuro será el algodón, alcanzando un 40% de participación, en comparación con el 38% del maíz.

FIGURA 14:

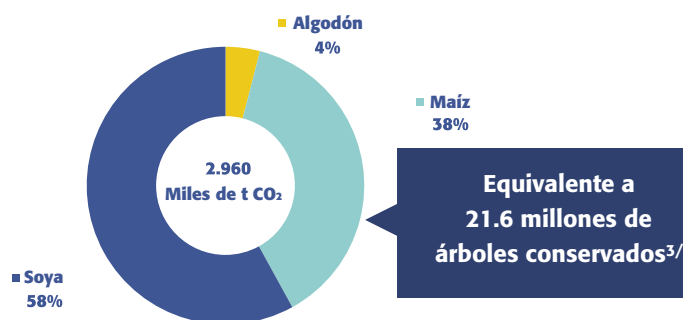
## Beneficios sociales y ambientales que se proyectan para el periodo que va de 2010/11 a 2019/20: USO DE DIESEL



2/ Considerando el consumo promedio de un vehículo a diesel ligero con una distancia recorrida de 24,000 km. por año y consumo de 10 km. por litro.  
Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

FIGURA 15:

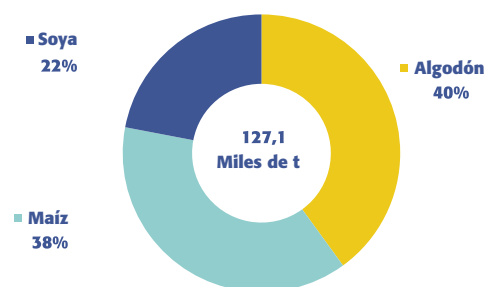
## Beneficios sociales y ambientales que se proyectan para el periodo que va de 2010/11 a 2019/20: EMISIONES DE CARBONO



3/ Considerando especies de un bosque ribereño.  
Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

FIGURA 16:

## Beneficios sociales y ambientales que se proyectan para el periodo que va de 2010/11 a 2019/20: USO DE INGREDIENTE ACTIVO



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

# El atractivo social y ambiental de la biotecnología en Brasil

Con el fin de evaluar los beneficios sociales y ambientales, se desarrolló una metodología llamada matriz de Atractivo /Riesgos sociales y ambientales, la cual busca la razón para evaluar las percepciones de los agricultores con respecto a cuestiones generales de los aspectos sociales y ambientales y cuestiones específicas de las tecnologías de transgénicos consideradas en este estudio. Los puntos planteados fueron una condición previa para analizar la percepción de los agricultores sobre cuestiones como la influencia de los cultivos GM en los ambientes físicos (suelo, agua y aire) y aspectos de biodiversidad, de la seguridad de los alimentos, salud y seguridad de los trabajadores rurales, la calidad de vida, la bioseguridad y la producción agrícola.

Buscando ofrecer información que ayude en los estudios de impacto ambiental de la biotecnología agrícola en Brasil, la metodología creada fue el resultado de una adaptación del método de análisis SWOT y el posicionamiento estratégico de Porter. Estas metodologías se utilizaron para preparar escenarios futuros, determinando los indicadores ambientales y evaluando los puntos fuertes, los puntos débiles, las oportunidades y los riesgos que influyen en el ambiente. En este estudio, los puntos fuertes y las oportunidades fueron llamados como el atractivo ambiental, en tanto que los puntos débiles y los riesgos se llamaron riesgo ambiental, buscando demostrar las ventajas y desventajas de adoptar los productos genéticamente modificados.

Las entrevistas con agricultores recopilaron datos sobre los valores de relevancia, (pesos) y la efectividad (respuesta) de cada indicador considerado de una manera relativa (tomando en cuenta la importancia de cada indicador comparándolos mutuamente), de tal forma que se alcanzaran los índices de las evaluaciones deseadas. Estos índices son el resultado de multiplicar los valores asignados por relevancia (desde 0 - 100%) por los valores de efectividad (desde 0: respuesta deficiente, y 10: respuesta superior) de cada impacto. La siguiente es la racional matemática utilizada para la definición de análisis del atractivo y el riesgo ambiental.

$$At = \sum_1^{n!} (N \times W) \quad Ri = \sum_1^{n!} (N \times W)$$

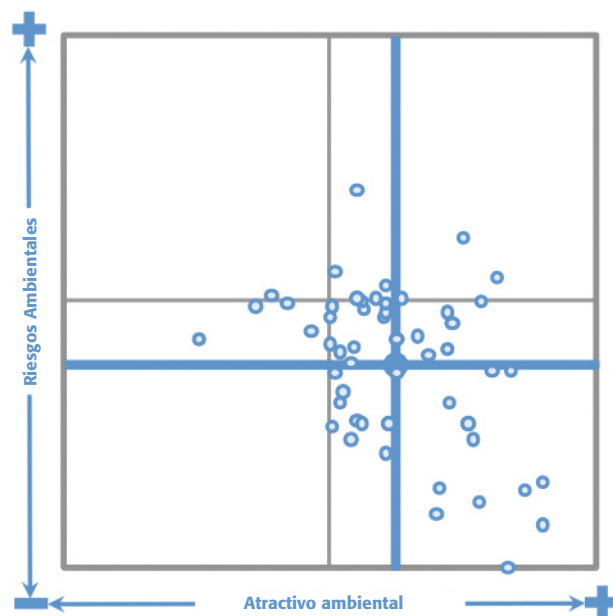
**En donde:**

- At: atractivo social y ambiental;
- Ri: riesgos sociales ambientales;
- n!: Número total de entrevistas con agricultores;
- N: Puntuación asignada a cada variable definida para los riesgos sociales y ambientales y el atractivo, como un indicador de relevancia;
- W: peso asignado a cada variable;
- En el cual N significa atractivo como: (Mínimo y Máximo 0: 10) y N significa riesgo como: (Mínimo y Máximo 10: 0) advirtiendo que al menos una variable debe tener una puntuación de 10.
- En el que W es el peso asignado a cada variable oscilando entre 0.0 y 1.0, con una puntuación total de 1.0.

Con base en el método descrito anteriormente, las matrices se interpretaron individualmente para cada cultivo, cuyos resultados, mostrados a lo largo de las gráficas, se obtuvieron de las entrevistas con los agricultores. En total 360 agricultores fueron entrevistados, distribuidos en estados clave donde se producen algodón, maíz y soya en Brasil.

**FIGURA 17:**

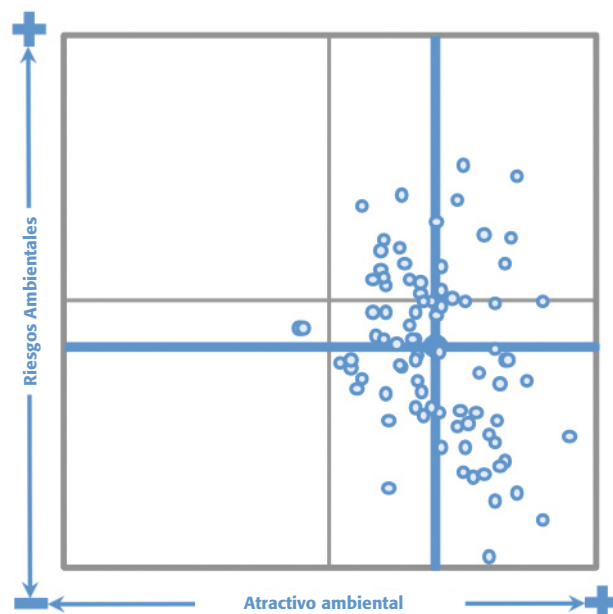
## Algodón GM: Matriz de Atractivo/Riesgos sociales y ambientales en 2009/10



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en su propia investigación.

**FIGURA 18:**

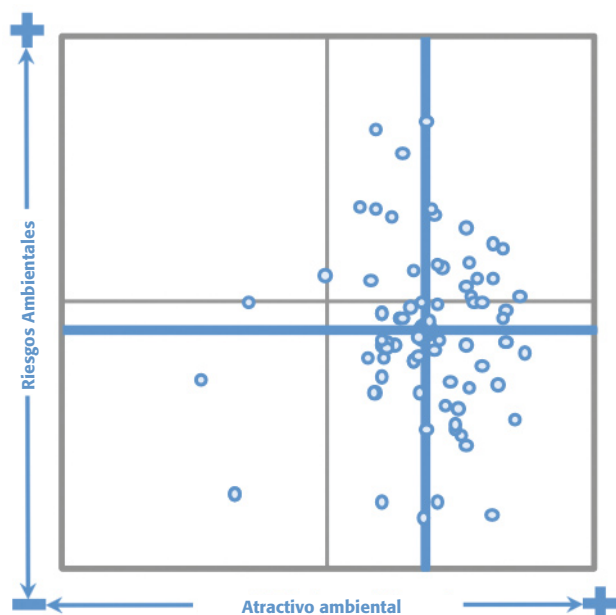
## Maíz GM, temporada de verano: Matriz de Atractivo/Riesgos sociales y ambientales en la temporada 2009/10



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en la investigación de campo de 2009/10.

FIGURA 19:

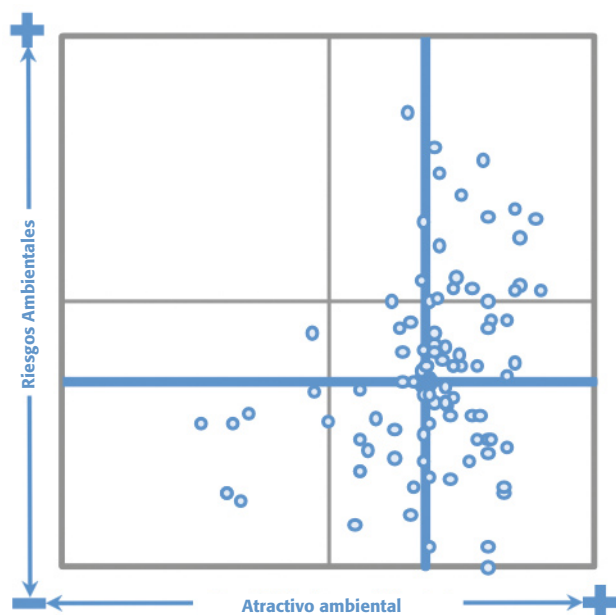
### Maíz GM, cosecha de invierno: Matriz de Atractivo/Riesgos sociales y ambientales en la temporada 2009/10



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en la investigación de campo de 2009/10.

FIGURA 20:

### Soya GM: Matriz de Atractivo/Riesgos sociales y ambientales en la temporada 2009/10



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®, con base en la investigación de campo de 2009/10.

Se infiere que, a pesar de la pequeña variación en el atractivo / riesgo resaltado en las matrices anteriores, los tres cultivos para los cuales ya se utiliza la biotecnología en Brasil, tienen características muy favorables desde un punto de vista social y ambiental. Este hecho puede comprobarse para los tres cultivos con base en el análisis de sus matrices respectivas, donde el punto medio se ubica en el cuadrante de mejor nivel del atractivo y en el de los menores riesgos sociales y ambientales.

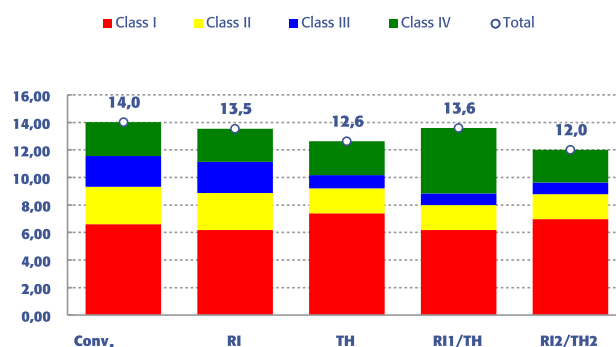
## La eficiencia en el uso de agroquímicos con la adopción de la biotecnología

La metodología del estudio entrevistó, junto con los agricultores, a compañías de servicios de asistencia técnica e institutos de investigación con el fin de establecer un punto de referencia de los modelos en los tres cultivos. La razón principal para el análisis de los puntos de referencia es comparar un modelo de producción óptimo con prácticas existentes en el campo.

Para analizar el caso del algodón, el punto de referencia que se seleccionó fue el de las regiones productoras de Mato Grosso y Bahía, tomando en cuenta los diferentes paquetes tecnológicos recomendados para cada una de estas regiones. En el caso de Mato Grosso, los resultados del uso de ingredientes activos se describen en la Figura 7.

FIGURA 21:

### Algodón GM: uso comparado de agroquímicos en Mato Grosso (en la temporada de cosecha 2009/10)



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®. Valores en Kg. de a.i. / hectárea.

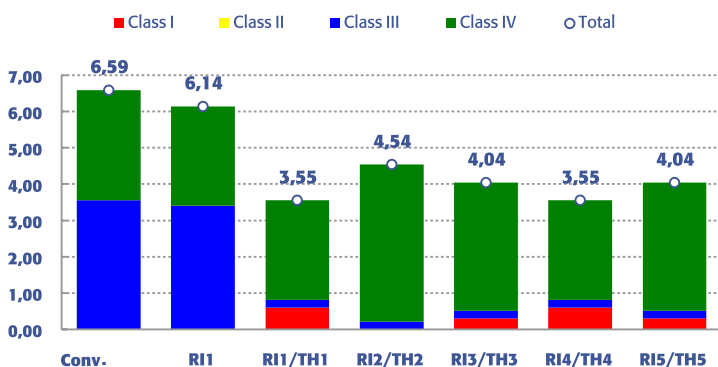
El análisis de datos de los puntos de referencia en el estado de Mato Grosso mostró que la adopción de algodón RI-1 sugiere una reducción del 3,6% en el volumen total de los ingredientes activos utilizados con respecto al algodón convencional. Comparando el algodón convencional con el algodón RI-1, se observó una reducción del 6,5% en el uso de los ingredientes activos de productos toxicológicos clase I, los cuales causan mayores daños al ambiente y a la salud humana. Subrayamos que la aprobación de los algodones RI-1/TH y RI-2/TH-2 produciría incluso mayores beneficios, permitiendo una reducción del 14% en el volumen total de los ingredientes activos usados en el cultivo, en este caso, en el algodón RI-2 / TH-2.

Para el maíz en la temporada de verano, el análisis de los datos del punto de referencia en Paraná mostró una reducción del 7,5% en el volumen total de ingredientes activos usados en plantaciones de maíz que han adoptado el maíz IR-1, en comparación con el volumen de ingredientes activos en la administración agronómica convencional del maíz, según se muestra en la Figura 22.



FIGURA 22:

### Maíz GM, uso comparado de agroquímicos en Paraná (en la temporada de verano 2009/10)



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®. Valores en Kg. de a.i. / hectárea.

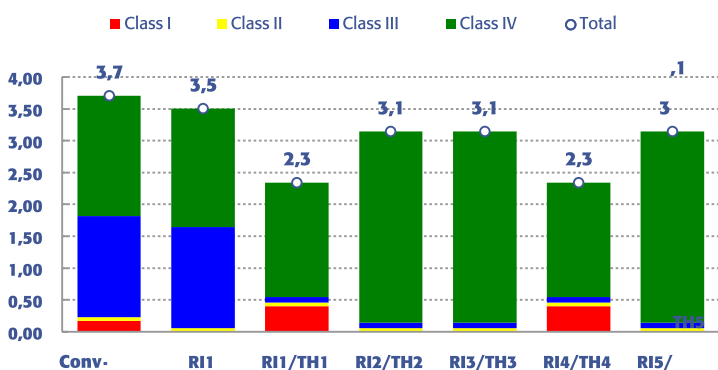
Con la adopción del maíz RI-1/TH-1, el uso de los ingredientes activos alcanzó una reducción del 45.4% del volumen total usado en la plantación, sobrepasando la reducción esperada del 31% de acuerdo con el estudio del año pasado. Es de notarse que en el caso del punto de referencia de Paraná, el paquete de tecnología verificada tanto para el maíz RI-1 como el RI-2/TH2, así como para el maíz convencional, no mostró productos dentro de las clases toxicológicas I y II. Resaltando que el maíz RI-2/TH2 mostró que el 96.2% de sus ingredientes activos estaban dentro de la clase IV toxicológica, la menos agresiva para el ambiente.

Al analizar el uso de ingredientes activos en el maíz de invierno, en Mato Grosso, el paquete de tecnología considerado para el punto de referencia indica que la adopción del maíz RI-1 favorece una reducción del 5.4% en el total de los ingredientes activos en comparación con el maíz convencional (Figura 9). Esto refuerza qué tan importante fue la adopción de las nuevas tecnologías, especialmente en los maíces RI-1/TH1 y RI-4/TH-4, donde la reducción de volumen del total de ingredientes activos alcanzó el 37.8%.

Es importante resaltar que cerca del 97% de los ingredientes activos usados en las tecnologías RI-2/TH2- RI-3/TH3 y RI-5/TH-5 pertenecen a la clase toxicológica IV, lo cual representa un impacto menor en el ambiente y salud de los trabajadores rurales (Figura 23).

FIGURA 23:

### GM Maíz, compared use of agrochemicals in Mato Grosso (winter crop 2009/10)

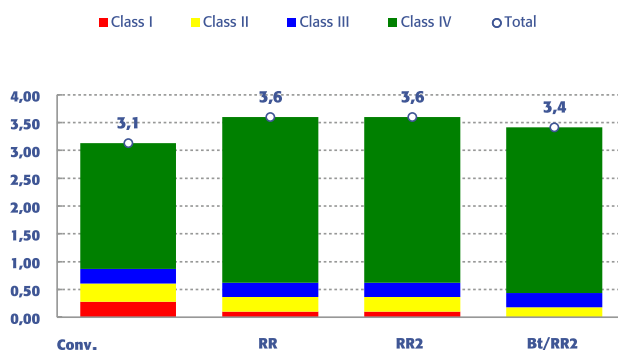


Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®. Values in kg of a.i. / hectare.

A su vez, el análisis de producción de soja en Paraná mostró una vez más que la adopción de soja GM ha resultado en un mayor volumen de ingrediente activo utilizado en el manejo del cultivo, aunque este aumento corresponde a ingrediente activo con un menor impacto en el ambiente y en la salud de los trabajadores rurales. Con la tecnología de la soja RR2, existe aún una reducción del 64.3% en el uso de ingredientes activos dentro de los productos de clase toxicológica I y con la soja Bt/RR2, una eliminación total de los productos toxicológicos dentro de esta clase (Figura 24).

FIGURA 24:

### Soyas GM, uso comparado de agroquímicos en Paraná (en la temporada de cosecha 2009/10)



Fuente: CÉLERES AMBIENTAL®. Valores en Kg. de a.i. / hectárea.

## Consideraciones finales

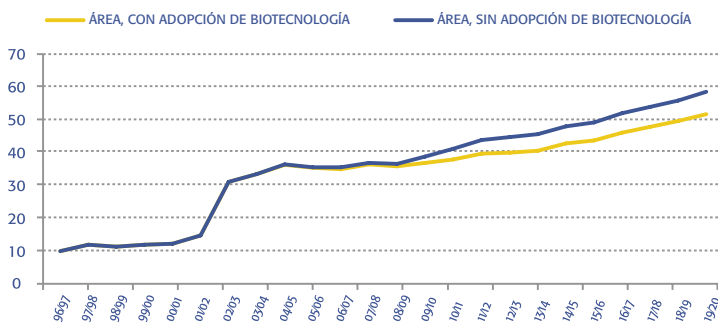
En los próximos diez años, la adopción de biotecnología en la soja, el maíz y el algodón tiene el potencial de ofrecer ganancias ambientales significativas para los agricultores y para la sociedad brasileña. Considerando los supuestos de crecimiento en la demanda de estos productos agrícolas, queda claro que habrá la necesidad de ampliar la producción agrícola. En este escenario, conforme la biotecnología mejore junto con otras prácticas agrícolas, permitiendo incluso tasas de crecimiento en producción más impresionantes, tendremos como consecuencia una reducción en la necesidad de ampliar físicamente las áreas cultivadas.

En el horizonte de las temporadas de cosecha 2009/10 y 2019/20, junto con el potencial de un mayor crecimiento en la productividad para los tres cultivos analizados en este estudio, el cultivo de la soja sobrepasará las actuales de 23.9 millones de hectáreas a 32.1 millones de hectáreas. Por tanto, la siembra acumulada para los siguientes diez años tendría un total de 273.0 millones de hectáreas. Se proyecta que la siembra total de soja durante el periodo demande 280.4 millones de hectáreas en un escenario donde no existe adopción de la biotecnología, resultando en un costo de oportunidad, bajo una perspectiva ambiental, de casi ocho millones de hectáreas.

Indiscutiblemente, dado lo anterior, existe un beneficio ambiental relacionado con la protección de las áreas forestales restantes que ya no requieren ser desocupadas.

**FIGURA 25:**

## Aumento del área sembrada, con la no adopción de la biotecnología agrícola



Fuente: CÉLERES®. Cifras en millones de hectáreas.

En el caso del maíz, para los siguientes diez años, las proyecciones indican un crecimiento en áreas cultivadas – un escenario con biotecnología – de 149.2 millones de hectáreas, mientras que sin biotecnología y por tanto, con un menor crecimiento de la producción, se pronostica que el área llegue a 189.3 millones de hectáreas. Eso se traduciría en un esfuerzo adicional de 40.2 millones de hectáreas que produjeran el mismo volumen de maíz.

Finalmente, para el algodón, la adopción de biotecnología agrícola podrá conducir hacia una reducción en el área total que se sembrará de 1.92 millones de hectáreas, con el área total sembrada durante los siguientes años llegando a 19.1 millones de hectáreas, si se mantienen los supuestos actuales de adopción de biotecnología y sus respectivas ganancias ambientales. Por otra parte, un escenario sin esta tecnología requeriría un total de 21.0 millones de hectáreas.

Analizando los tres cultivos, se espera que los agricultores brasileños siembren durante la siguiente década, un total de 441.2 millones de hectáreas, con base en los supuestos de adopción de biotecnología que se utilizaron en este estudio. En un escenario sin el uso de la biotecnología, se estima que el total de siembra sería de 490.7 millones de hectáreas, resultando en un costo ambiental adicional de 49.5 millones de hectáreas durante los siguientes diez años. En resumen, uno no puede pasar por alto el potencial de la biotecnología como una importante herramienta para resolver los problemas de conservación de las áreas de vegetación natural que quedan.