

# AGRICULTURA TRANSGÉNICA E IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES: UNA LECTURA A PARTIR DEL CERRADO<sup>1</sup>/BRASIL

**Murilo Mendonça Oliveira de Souza<sup>1</sup>, Carlos de Melo e Silva Neto<sup>2</sup>, Leonardo Melgarejo<sup>3</sup>**

*<sup>1</sup>Núcleo de Agroecologia e Educação do Campo/GWATÁ, Universidade Estadual de Goiás/UEG, Rua Deusdeth Ferreira de Moura, s/n – Centro – Goiás/Goiás/Brasil; <sup>2</sup>Curso Técnico Integrado em Agroecologia, Instituto Federal de Goiás/IFG, Campus Cidade de Goiás. Núcleo de Agroecologia e Educação do Campo/GWATÁ; <sup>3</sup>Associação Brasileira de Agroecologia/ABA. E-mail: murilosouza@hotmail.com.*

## Resumen

La modernización de la agricultura tuvo como base un movimiento de artificialización de las relaciones con la naturaleza. La adopción del paquete tecnológico de la revolución verde a mediados de los años 1960 y, más recientemente (la segunda revolución verde) con el paquete de los transgénicos, facilitó el camino para la concentración de poder del agronegocio y para una infinidad de impactos socioambientales. Los Estados del Cerrado Brasileiro han representado la mayor área cultivada con transgénicos en el país (63%) acumulando impactos sociales y ambientales provenientes de este proceso. Este texto se propone reflexionar sobre estas cuestiones, con especial interés en los impactos socioambientales derivados del avance de los cultivos transgénicos en esta parte del territorio. Los resultados muestran que no ocurrió el esperado aumento en la productividad con la utilización de plantas genéticamente modificadas. Por el contrario ocurrió una elevación del consumo de abonos químicos y agrotóxicos relacionada a la adopción de las semillas transgénicas. Se redujeron oportunidades de ocupaciones productivas, concentrando las actividades económicas en cadenas del agronegocio refractarias al perfil de los campesinos, pueblos y comunidades tradicionales que constituyen la mayor parte de la población regional. Los impactos ambientales agravan las condiciones socioeconómicas dadas las debilidades y particularidades de éste, que es el más antiguo y especializado bioma del continente sur americano.

**Palabras clave:** Plantas transgénicas, Biotecnología, Modernización de la Agricultura, Cerrado, Impactos socioambientales.

## Summary

### **Social and environmental impacts of transgenic agriculture: analysis based on Brazilian Cerrado**

The agriculture modernization process was based on progressive separation between society and nature. The adoption of the Green Revolution's Technological Package (on 1960's) and the New Green Revolution, with the Genetic Modified Organisms (GMO) advent on 1990's, was essential for the Agribusiness power concentration and its consequences to the environmental and society impacts. The Cerrado States has represented the largest area produced with transgenic seeds (63%) in Brazil. Because of that Cerrado has also suffered the impacts of the process. This paper intends to analyze and reflect on these questions, especially to identify the social and environmental negative impacts related to the advance of transgenic agriculture in Brazil. The results demonstrate that there was no significant increase in productivity of soybean, corn and cotton since it has been used transgenic seeds in Brazil. In contrast, there was an increase in the use of pesticides after the adoption of transgenic crops. The production opportunities for peasantry and indigenous people were reduced, since the economic activities are concentrated by agribusiness paradigm of production. In the same way, environmental degradation intensifies socioeconomic problems.

**Keywords:** Transgenic Plants, Biotechnology, Modernization of Agriculture, Cerrado Biome, Social and Environmental Impacts.

1 Bioma Brasileño con características de sabana. Una ecorregión que ocupa alrededor de 24% del territorio.

## Introducción

El proceso histórico de desarrollo de la agricultura, considerando sus diferentes puntos de origen en el mundo, remonta a más de 12 mil años de construcción dialéctica del conocimiento sobre las relaciones de los seres humanos en la naturaleza, sobre la identificación y experimentación de especies vegetales y animales que contribuyen con la convivencia humana en el planeta.

Ese movimiento histórico colectivo posibilitó un entendimiento orgánico profundo de las poblaciones locales sobre el funcionamiento de la naturaleza en cada región geográfica en el mundo. Fueron construidos conocimientos sobre la dinámica de las plantas, del suelo, de las aguas, del clima, así como sobre su importancia para la manutención y reproducción de la humanidad.

Los elementos que han sustentado la especie humana se apoyan en el conocimiento del medio y de los procesos de adaptación, disponibilización y creación de condiciones para alimentación, vivienda, usos medicinales, entre otros, que los diversos representantes de las culturas locales construyeron para su sobrevivencia. El flujo libre de tales conocimientos y bienes naturales, además del mejoramiento popular de varias especies utilizadas en la alimentación, posibilitó una acumulación colectiva que proporciona condiciones para la vida y reproducción humana (Ribeiro 2003).

La modernización de la agricultura, en su inmersión en los parámetros capitalistas de desarrollo, estableció un nuevo paradigma en la relación con la naturaleza y, específicamente, en la producción de alimentos. Tanto los alimentos resultantes del trabajo histórico de diferentes grupos humanos como los bienes naturales aún no transformados, han perdido la función de patrimonio colectivo y han asumido el papel de mercancía y propiedad privada.

Mientras que en Brasil la agricultura histórica de las poblaciones tradicionales supera los diez mil años de aprendizaje y experimentación, la agricultura basada en la ciencia académico-universitaria acumula un poco más de medio siglo y la agricultura transgénica no más de 20 años. Se destaca que estimativas recientes sobre el bioma Cerrado indican que su grado de especialización se deriva de profundizaciones en relaciones simbióticas que remontan a más de 40 millones de años. Como ilustración, se considera que la selva amazónica, en su juventud y pujanza, tendría unos de 3 mil años. Por ejemplo, algunas especies de polinizadores son adaptadas para un limitado número de plantas, siendo que su desaparición comprometería la vida de forma general (Barbosa 2016).

Esto quiere decir que un paradigma que considere sólo la vegetación no es suficiente para demostrar la importancia ecológica del Cerrado, pues enfatiza apenas en fragmentos de su composición. Y cuando esto sucede la amplia biodiversidad del bioma no puede ser

comprendida en su plenitud. Además es importante destacar que varias plantas poseen especificidades en cuanto a los elementos necesarios para germinación y dispersión de las semillas. Como es el caso particular de la *Lobeira* (*Solanum lycocarpum* St Hil), que tiene al lobo-guará como el principal responsable por la dispersión de sus semillas. (Barbosa et al 2014).

Entre impactos señalados por los autores (Barbosa et al 2014), relacionados a la inserción de una agricultura basada en el avance de la soya, del algodón y del maíz transgénico en el Cerrado, se destacan: el empobrecimiento genético, empobrecimiento de ecosistemas, destrucción de la vegetación nativa, propagación de hierbas exóticas, extinción de fauna nativa, disminución y contaminación de manantiales hídricos, compactación y erosión de suelos, contaminación química de las agua y de la biota.

Aun así, ignorando estos hechos, es bajo los direccionamientos del agronegocio, centrado en los cultivos transgénicos, que se ha estructurado la producción agrícola o de *commodities*. Y esto ha ocurrido a partir de la concentración extrema de poder y tecnología entre pocas corporaciones del agronegocio, que controlan especialmente el mercado de semillas y agrotóxicos.

Las Plantas Transgénicas asumieron un papel central en ese nuevo momento de la monopolización de la agricultura, ya que intensifican el proceso de privatización de las semillas, con el patentamiento de variedades que son, en última instancia, resultado del trabajo y el conocimiento colectivo de millares de años. En Brasil, que históricamente aceptó de formas sumisa las tecnologías presentadas por las corporaciones del agronegocio, el avance en la construcción de dependencias se aceleró de forma inusitada con la adopción de semillas transgénicas, que aquí ha sucedido en velocidad superior que en cualquier otro lugar del mundo.

Este proceso responde directamente a la sumisión y connivencia del poder público, el cual ha creado instrumentos y ha alterado referencias legales garantizando la aprobación rápida e irrestricta de los eventos transgénicos en el país. Desde 1998, según lo presentado por la CTNBio (2017), han sido aprobadas 65 Plantas Genéticamente Modificadas (PGM), siendo 11 de soya, 40 de maíz, 12 de algodón, 1 de frijol y 1 de eucalipto. Para tener un parámetro de comparación, según Goldfarb (2016), en Argentina, que utiliza transgénico hace más tiempo, han sido 35 eventos en toda la historia de adopción de variedades modificadas.

Considerando los eventos transgénicos aprobados en Brasil es posible medir los siguientes análisis. Primero, la manutención y aumento, como en los otros campos del agronegocio, de la concentración de tecnología, ya que 5 corporaciones concentran 90.8% de todos los eventos aprobados en el país. Ellas son: Monsanto (30,8%), Syngenta (16,9%), Bayer (15,4%), Du Pont (15,4%) y Dow Agrosiences (12,3%). Segundo, es importante resaltar

que, entre los eventos aprobados, 21 (32,3%) son tecnologías de plantas Tolerantes a Herbicidas (TH) y 31 (47,7%) son Plantas Tolerantes a Herbicidas (TH) y Resistentes a Insectos (RI). Lo que significa que 80% de los eventos aprobados tienen relación con la Tolerancia a Herbicidas (CTNBio 2017), lo que explica, entre otros factores, la elevación en el uso de agrotóxicos después del advenimiento de las plantas transgénicas.

Aunque el avance del área plantada con transgénicos en el país ocurra en todas las regiones, es en el bioma Cerrado que este avance se da de manera más brutal, donde el crecimiento de la monocultura ocurre más intensa y rápidamente. En Mato Grosso por ejemplo, que es el mayor productor de plantas transgénicas del país, fue liberado el 7 de julio de 2016, con el Decreto Legislativo 49/2016 (Mato Grosso 2016), el uso de la práctica del llamado *Correntão*<sup>2</sup> en la deforestación del Cerrado para utilización agrícola.

El poder político-económico de las corporaciones y la colaboración del poder público han intensificado la devastación del Cerrado, adoptando en los últimos años las plantas transgénicas como motor. En ese proceso algunas cuestiones deben ser planteadas. ¿Cuál es la amplitud del problema representado por las plantas transgénicas en la actual coyuntura del agronegocio? ¿Cuál es el papel del poder público en este proceso? ¿Cuál es la influencia de la tecnología de las semillas transgénicas para la degradación del Cerrado? ¿Cómo son impactadas las poblaciones que viven en el Cerrado?

El presente texto tiene como objetivo general analizar y reflexionar sobre esas cuestiones, buscando fundamentalmente identificar los impactos socioambientales relacionados al avance de los cultivos transgénicos en el territorio brasileiro, con un enfoque analítico en los Estados inseridos en el Cerrado. Para ello, inicialmente presentamos algunas informaciones relativas a la rápida adopción por el país de las tecnologías transgénicas y a los problemas relacionados al (falso) discurso de las corporaciones del agro negocio, con relación a los supuestos beneficios de la utilización de semillas transgénicas. A continuación enfocamos nuestra discusión en los impactos socioambientales de los transgénicos en el Cerrado.

## Materiales y Métodos

A partir de los informes del *International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications (ISAAA)* de 2017 fueron extraídas las informaciones sobre el área plantada (en hectáreas) con semillas transgénicas en Brasil, Argentina y Estados Unidos, siendo calculada la tasa de crecimiento por año. Fueron levantadas las variables de producción agrícola de las culturas de soya, maíz y algodón para Brasil durante los años de 2001 a 2014. El área producida también fue cuantificada por

año, siendo que la producción por área fue calculada para estimar la productividad en toneladas por hectárea por año. Las variables fueron obtenidas del banco de datos digital de la *Food and Agriculture Organization (FAO)* (FAOSTAT 2017).

La cantidad de fertilizantes químicos consumidos en el mismo período de las culturas agrícolas mencionadas también fue identificada en el banco de datos de la FAO. Para comparación estadística de la producción fueron realizadas regresiones simples de productividad por año y, posteriormente, regresión múltiple entre consumo de abono, como variable independiente y productividad de las culturas agrícolas, con todos los análisis con nivel de significación de 95%.

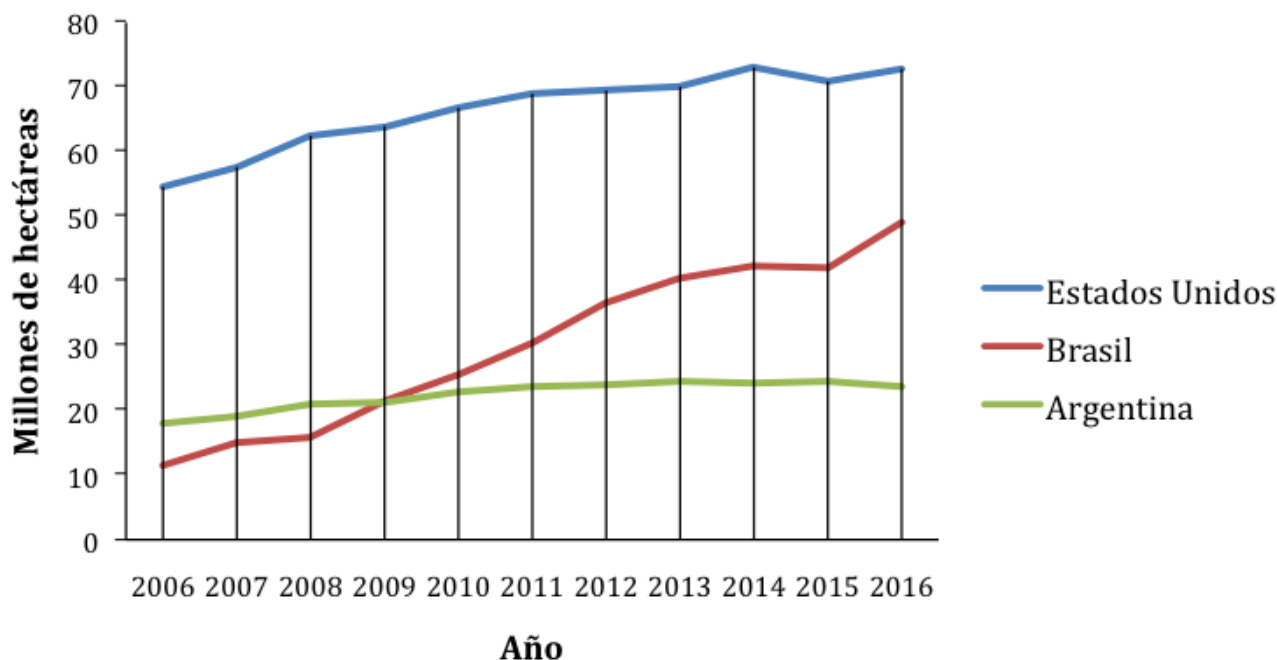
Adicionalmente utilizamos informaciones de bancos de datos de la *Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB)*, del *Sindicato Nacional da Indústria de Produtos para Defesa Vegetal (SINDIVEG)* y de la *Consultoria Céleres*. Estos datos dieron soporte para los análisis y reflexiones presentados en este texto. Otras informaciones utilizadas en la construcción del texto son resultados del levantamiento participante de datos, además de entrevistas no estructuradas realizadas con las poblaciones tradicionales del Cerrado, principalmente en el Estado de Goiás y Mato Grosso.

## Agricultura y plantas transgénicas en Brasil: Informaciones y cuestiones para el debate

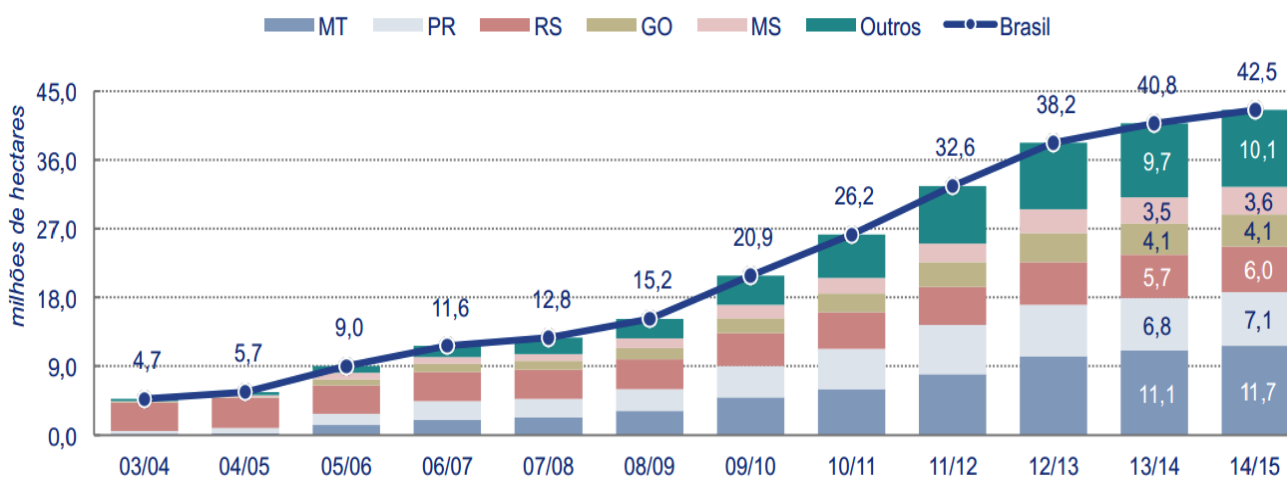
En 2016 el territorio brasileiro mantuvo el segundo lugar en la producción de plantas transgénicas, alcanzando un área de 49,1 millones de hectáreas cultivadas con soya, maíz y algodón. No obstante, mientras el primer lugar colocado en la producción de transgénicos (Estados Unidos) elevó el área total plantada en 3%, Brasil obtuvo aumento de más de 11% en el área con semillas genéticamente modificadas. Esto significa que actualmente somos responsables por 27% del área mundial plantada con semillas transgénicas (ISAAA 2017).

Este crecimiento tiene relación con el avance del agronegocio en el Cerrado, tanto en las regiones ya consolidadas como Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais y Mato Grosso do Sul, como en la "Nueva Frontera Agrícola", el MATOPIBA, región compuesta por los Estados de Maranhão, Tocantins, Piauí y Bahia, con área total de 73 millones de hectáreas. En la última zafra, 2014/2015, Mato Grosso fue responsable por más del 20% de toda la producción de granos del país y la región del MATOPIBA, en la zafra 2014/2015 produjo un total de 19,7 millones de toneladas algodón, soya, arroz y maíz, en un área de 5,7 millones de hectáreas. Por lo tanto, fue responsable de 9,4% de la zafra de granos en ese período (Brasil 2015). Más de 90% de esta producción ocurre con uso de plantas transgénicas, lo cual coloca el Cerrado como principal responsable por la elevación en el área con transgénicos.

2 Término en portugués para referirse a la deforestación con tractores y cadenas.



**Figura 1.** Área producida (millones de hectáreas) con semillas transgénicas en los Estados Unidos, Brasil y en Argentina (2006-2016). Fuente: ISAAA 2017.



**Figura 2.** Área producida con semillas transgénicas, estados seleccionados, Brasil (2003-2014). Fuente: Céleres, 2017.

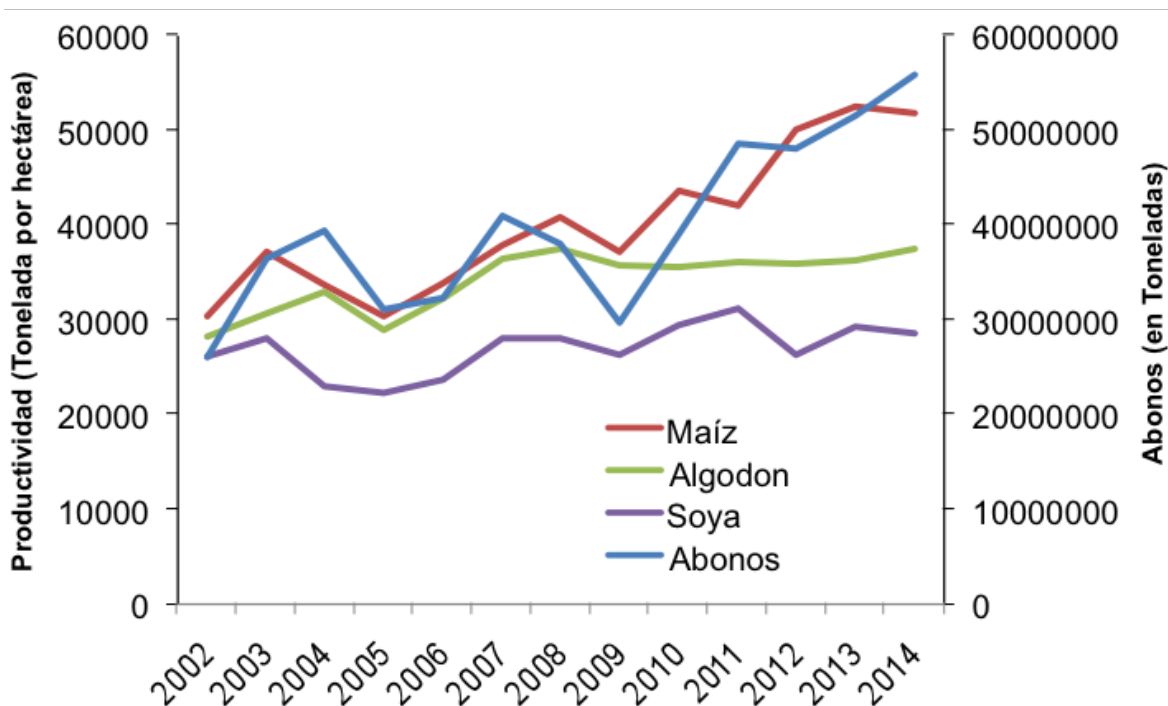
Al contrario de los demás países que utilizan semillas transgénicas en sus plantaciones y que han presentado una moderada elevación anual en el área plantada, Brasil viene presentando crecimiento acelerado en el área total ocupada con transgénicos (figura 1), habiendo alcanzado el porcentaje de 93,4% de los cultivos de soya, maíz y algodón (ISAAA 2017) con adopción de la transgenia.

La tasa de crecimiento en el área plantada (en hectáreas) con semillas transgénicas en Brasil fue en promedio de 16,2% al año, mientras que en Argentina fue de 2,89% y en los Estados Unidos de 2,9%. En la figura 2 podemos observar cómo en los Estados del Cerrado aquí

analizados (Mato Grosso - MT, Goiás - GO y Mato Grosso do Sul - MS) el área plantada con semillas transgénicas fue más elevada.

La adopción acelerada de las semillas transgénicas, además de herir el *principio de la precaución*, coloca en jaque la soberanía alimentaria, ya que la gran mayoría de los eventos transgénicos liberados es propiedad de corporaciones multinacionales. En ese sentido, ponen en situación de riesgo las variedades de semillas tradicionales (especialmente de maíz) producidas y mejoradas por las poblaciones indígenas y campesinas.

El discurso político-ideológico (supuestamente técnico-científico) utilizado para la rápida adhesión a la



**Figura 3.** Productividad, en tonelada por hectárea, de soya, algodón y maíz, y utilización de abonos en toneladas (2002-2014). Fuente: FAOSTAT 2017.

agricultura transgénica en el territorio brasilero ha sido la afirmación de que el uso de semillas transgénicas aumenta progresivamente la productividad agrícola mientras que al mismo tiempo disminuye la utilización de agrotóxicos, representando también una ganancia en perspectiva ambiental. Sin embargo, el análisis de los índices de productividad y del mercado de agrotóxicos así como el de consumo de agrotóxicos, después de más de 10 años de cultivos transgénicos (Soya, Algodón, y Maíz), no validan esta afirmación (figura 3).

En relación a las culturas de soya y de algodón podemos observar que, desde la regularización del uso de semillas transgénicas en el país en 2005, no ocurrió la elevación considerable en la productividad en toneladas por hectárea, ya que la productividad a lo largo de 13 años fue en un promedio de 2,6% para la cultura del algodón y apenas 1,33% para la cultura de soya (figura 3), siendo esos resultados no considerados significativos a lo largo de los años ( $t_{\text{algodão}}=0,34$ ;  $t_{\text{soja}}=-0,03$ ;  $p>0,001$ ).

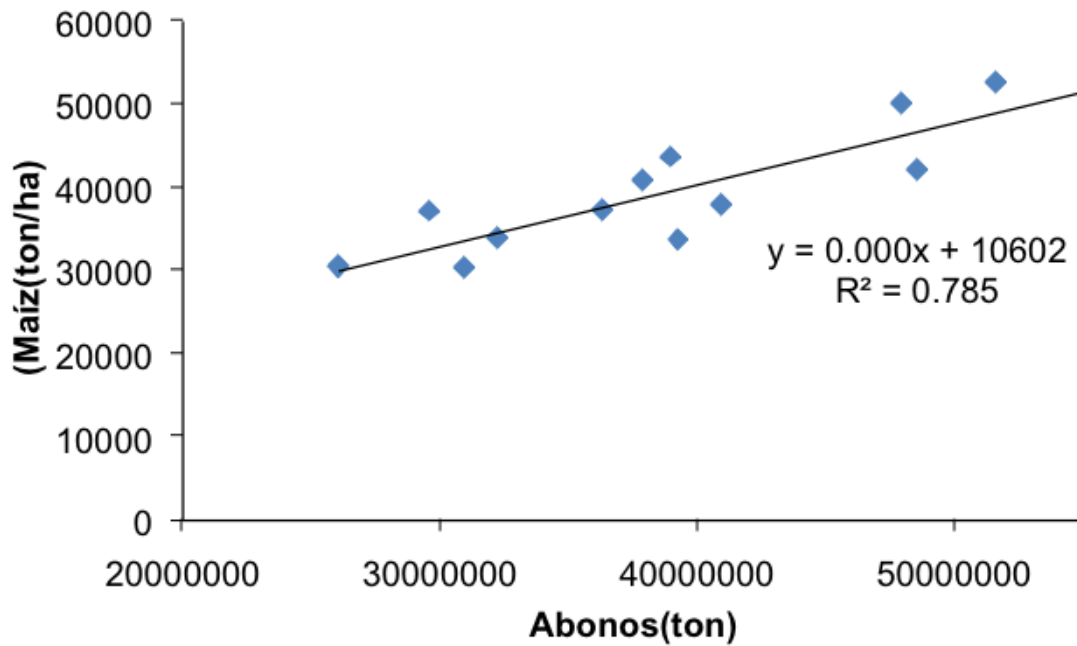
Sin embargo, para la cultura del maíz, la figura 3 podría indicar que hubo, en el período considerado, especialmente a partir de 2011, un considerable aumento en la productividad del grano, siendo este aumento alrededor de 5,7% al año a lo largo de los 13 años. No obstante, cuando analizamos el aumento en el consumo de abono, se verifica el aumento de 8,24% a lo largo de esos años en el consumo de fertilizantes químicos ( $t=3,35$ ;  $p>0,001$ ). Para explicar el aumento de la producción de las culturas transgénicas fue verificada la relación posi-

tiva entre la productividad del maíz con el crecimiento en la utilización de abonos ( $R^2=0,78$ ;  $p>0,001$ ) (figura 4).

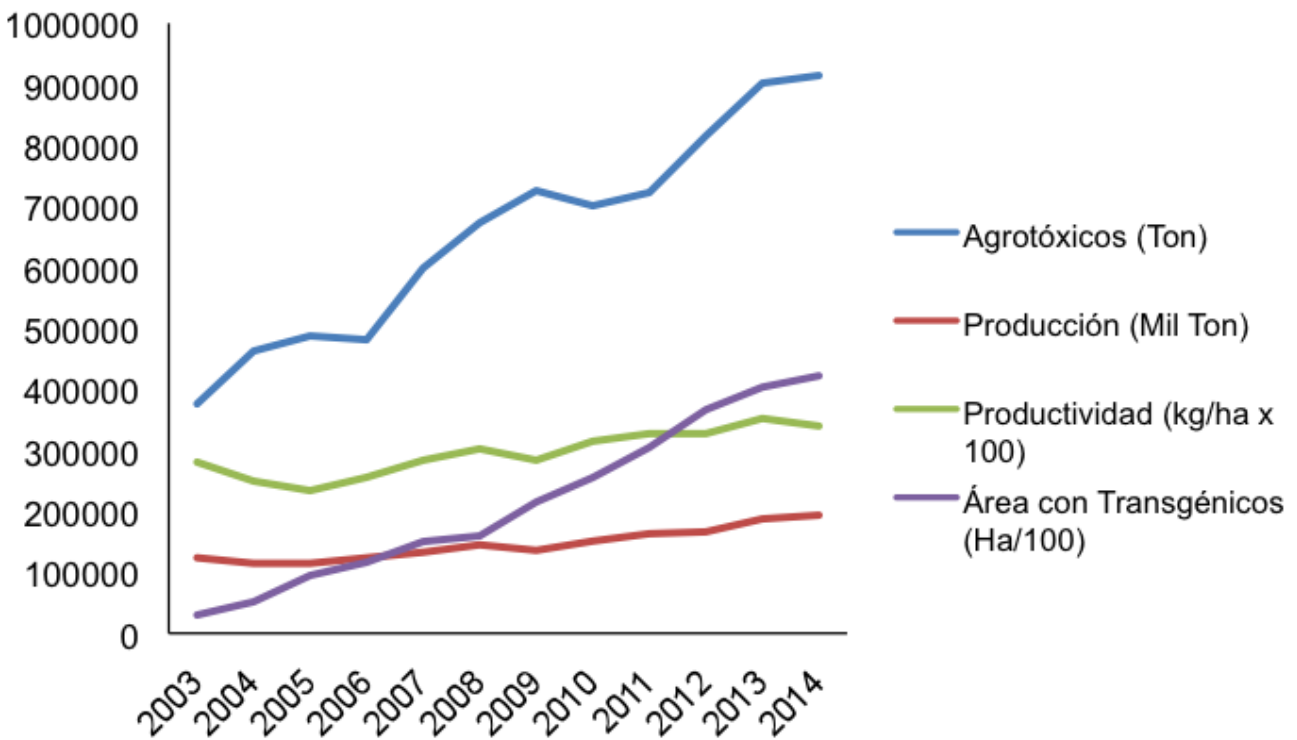
De esta forma, en el período referente, identificamos que en el caso del maíz la adopción de semillas transgénicas no proporcionó considerable elevación en la productividad de este grano, estando ésta relacionada al aumento en el uso de abono (figura 4). Además se considera la ocupación de áreas nuevas y más productivas, como las áreas abiertas del Cerrado, para cultivo de transgénicos.

Tanto en trabajos que buscaron destacar la mejoría en la productividad y rentabilidad del cultivo de maíz transgénico como Silva et al. (2016), queda destacado que dependiendo del manejo del área el maíz transgénico no consigue superar la productividad del maíz convencional, ya que los autores destacan el papel en la reducción de operaciones en el cultivo en intentos por fortalecer el cultivo transgénico. Esas características del cultivo de maíz transgénico en escala local reflejan los padrones para Brasil y queda destacado en la figura 4. La productividad no necesariamente aumenta con el uso de transgénicos, siendo muchas veces enmascarados por otras prácticas agrícolas como el uso de abonos y el avance de plantaciones sobre áreas de mayor fertilidad natural, recién deforestadas.

Además, las modificaciones genéticas que atribuyen resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas no actúan sobre factores de construcción de la productividad. De esto resulta que variedades más productivas, una vez transformadas en variedades transgénicas, no resultan más pro-



**Figura 4.** Correlación entre productividad del maíz transgénico y utilización de abonos. Fuente: FAOSTAT 2017.



**Figura 5.** Consumo de agrotóxicos, área producida con transgénicos, producción y productividad de los cultivos de soja, maíz y algodón. Brasil (2003-2014). Fuente: CONAB 2017, SINDIVEG 2016, ISAAA 2017.

ductivas por ser transgénicas. La verdad ocurre lo contrario. Ellas se tornan transgénicas por ser más productivas y adquieren esta condición gracias a las características complejas, multigénicas, para nada relacionadas a los transgénicos que se transforman en mercancías patentadas.

En otra cuestión planteada sobre el uso de agrotóxicos, resaltamos que Brasil asumió en 2008 el puesto de mayor consumidor mundial de estos productos. Es

importante resaltar que el crecimiento en el consumo de agrotóxicos toma considerable impulso después de sancionada la nueva Ley de Bioseguridad (Ley nº 11.105) en 2005, como puede ser observado en la figura 5.

Entre otros motivos, la elevación en el consumo de agro tóxicos, especialmente del glifosato, tiene relación con las fallas en la tecnología transgénica de plantas HT (Cultura Tolerante a Herbicida)

**Tabla 1.** Número de especies de vertebrados y plantas que ocurren en el Cerrado, porcentaje de endemismo y proporción de riqueza en especies do bioma con relación a Brasil. Fuente: Klink & Machado 2005.

Especies	Nº de Especies	% Endemismo del Cerrado	% Especies en relación a Brasil
Plantas	7.000	44	12
Mamíferos	199	9,5	37
Aves	837	3,4	49
Reptiles	180	17	50
Anfibios	150	28	20
Peces	1.200	?	40

El surgimiento y la multiplicación de especies espontáneas tolerantes al glifosato hasta hace poco eran descartados por la mayoría de los miembros de la CTNBio, a pesar de ser un fenómeno previsto por la ciencia y alertado por la minoría crítica en la comisión. El avance de esas especies tolerantes (actualmente están descritos siete casos en Brasil) indica fracaso de la tecnología, lo cual está llevando a una sustantiva ampliación en el uso de agrotóxicos. (Vargas *et al.* 2012 *apud* Melgarejo *et al* 2013:16)<sup>3</sup>.

La elevación en el uso de agrotóxicos, además de indicar fallas en las tecnologías transgénicas, ha hecho crecer los impactos para el medio ambiente y para la salud de la población brasilera. El aumento en la contaminación por venenos agrícolas del agua, suelo, aire y alimentos ha sido registrado anualmente. También se han multiplicado las relaciones de principios activos de agrotóxicos con casos de cáncer, entre otros problemas de salud de grupos directa o indirectamente conectados a los procesos productivos.

### Avance de las Plantas Transgénicas en el Cerrado e impactos socioambientales

El cerrado está presente en 12 Estados en el Distrito Federal, alcanzando 198,8 millones de hectáreas (22,65% del territorio brasilero), considerando su área continua. El porcentaje de Cerrado en cada uno de estos Estados está distribuido de la siguiente forma: Distrito Federal (100%), Goiás (96,6%), Tocantins (75,6%), Mato Grosso do Sul (59,3%), Mato Grosso (48,3%) Mina Gerais (46,7%), Maranhão 42,1%), Piauí (38,6%), São Paulo (30,6%), Bahia (21,4%), Rondônia (6,7%), Paraná (2,7%) e Pará (0,1%) (Arruda 2001).

Inicialmente, considerando la diversidad biológica del Cerrado, de acuerdo con Myers *et al.* (2000), el Cerrado posee 10 mil especies vegetales, de las cuales más de 4 mil son endémicas de este Bioma. Con relación a los animales vertebrados son aproximadamente 1.268 especies, entre las cuales 117 son endémicas del Cerrado. Klink e Machado (2005), con base en varios autores, se presentan datos más representativos, con mayor número de especies como se puede verificar en la tabla 1.

La tabla 1 no representa los datos para invertebrados, que son poco conocidos, pero se estima que el número de especies sea superior a 90 mil (Dias 1992 *apud* Klink & Machado 2005). Otros estudios indican la presencia en el Cerrado de 13% de las mariposas, 35% de las abejas y 23% de los termitas existentes en la región Neotropical (Cavalcanti & Joly, 2002 *apud* Klink & Machado 2005).

Además de la diversidad biológica general del Cerrado, es necesario destacar la importancia de las especies domesticada por las poblaciones de estas áreas. Estudio realizado por Almeida *et al.* (1998) describió 110 especies vegetales ya utilizadas o con potencial para la alimentación humana y animal, medicina y farmacia, entre otras funciones. También deben ser consideradas en la contabilización de especies útiles aquellas variedades de especies ya domesticadas, como es el caso de la yuca, que es base de alimentación para millares de personas no solamente en el Cerrado sino en otras regiones.

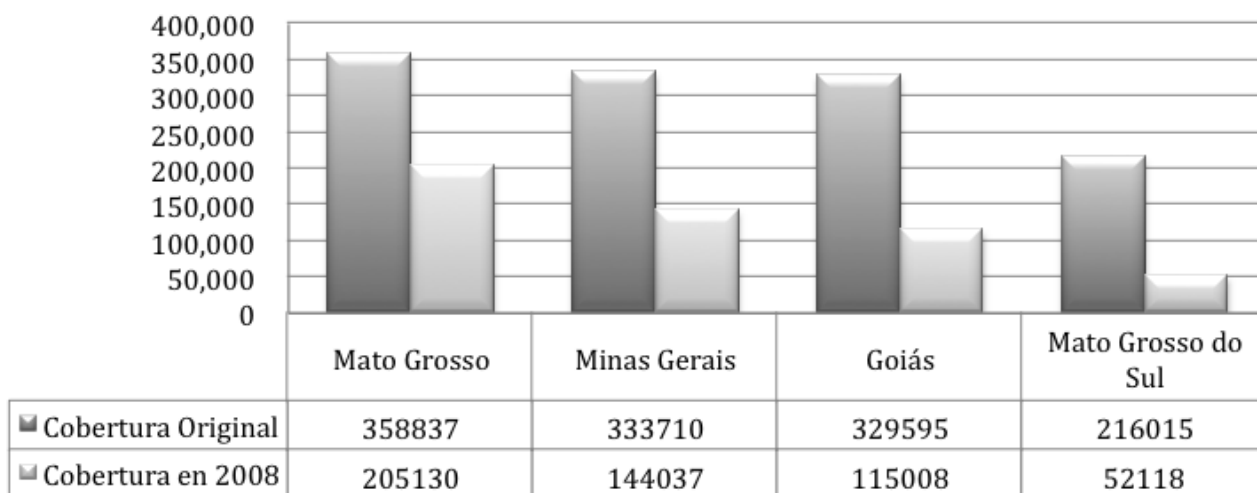
Junto con la diversidad biológica, la diversidad cultural presente en el Cerrado es amplia y rica en conocimientos. Desde los pueblos indígenas históricamente aquí territorializados (como los Karajá), pasando por las comunidades Quilombolas (como los Kalunga) hasta la diversidad campesina existente en el Estado, componen un mosaico de saberes que se pueden insertar en el marco de la diversidad del Cerrado. Los pueblos indígenas, por ejemplo, establecieron una relación orgánica con los espacios naturales del Cerrado.

Es en ese sentido que es posible entender la relación profunda entre el Cerrado con todo lo que él implica, la fauna, la flora, la tierra, las aguas y los Karajá. Hay un simbolismo que permea las relaciones entre los indígenas y el Cerrado, entre sus elementos constitutivos y el desarrollo de la vida en este territorio que tradicionalmente era indígena. El *Araguaia*, por lo tanto, se constituye como el territorio material y simbólico donde la identidad indígena y territorio se mezclan (Lima 2010:88)<sup>4</sup>.

En el mismo sentido, las comunidades Quilombolas establecieron su convivencia con el Cerrado construyendo y reconstruyendo saberes sobre este territorio.

3 Traducción libre de los autores.

4 Traducción libre de los autores.



**Figura 6.** Cobertura original y cobertura en 2008 de Cerrado, en km<sup>2</sup>, Estados seleccionados, 2010. Fuente: IBGE (2010).

**Tabla 2.** Programas gubernamentales de desarrollo agrícola en el Cerrado. Fuente: Ribeiro (2005) *apud* Mazzeto Silva (2006).

Programa	Creación	Área (ha)	Costo (US\$)	Lugar (Estado)
PCI	1972	111.025	32 milhões	MG
PADAP	1973	60.000	200 milhões	MG
POLOCENTRO	1975	3.000.000	868 milhões	MG, MS, MT, GO
PRODECER I	1979	60.000	94 milhões	MG
PRODECER II	1985	180.000	409 milhões	MT, BA, MG, GO, MS
PRODECER III	1994	80.000	66 milhões	MA, TO
TOTAL	-	3.491.025	1.669 milhões	-

El territorio Kalunga es, antes de todo, una *convivialidade*, una especie de relación social, política y simbólica que une el hombre con su tierra [*Cerrado*] y al mismo tiempo, construye su identidad cultural. En esas condiciones es posible comprender la manera por la cual el significado político del territorio traduce para los Kalunga un modo de recorte y de control del espacio considerado como *Sítio Kalunga*. [...] son bienes culturales los saberes de las poblaciones Kalunga en su relación con el Cerrado, en el uso de las plantas para alimentos, construcción, remedios y producción de carbón y en las prácticas de sus creencias. (Almeida 2010:43-44)<sup>5</sup>.

Además de estos grupos, las comunidades campesinas territorializadas en el Cerrado pueden ser consideradas herederas de los conocimientos indígenas y quilombolas. En el análisis de Ribeiro (1997:31) sobre los relatos de viajeros queda clara “[...] Una línea de transmisión de rasgos culturales entre antiguas poblaciones del Cerrado [campesinos] y los pueblos indígenas allí encontrados por los portugueses, principalmente en lo que se refiere al uso de los recursos naturales de este

bioma<sup>6</sup>. Así los campesinos absorbieron y recrearon formas de relación para la convivencia armónica con el Cerrado.

Es importante resaltar que en el Cerrado convive gran diversidad de pueblos tradicionales, entre los cuales podemos citar: *Geraizeiros, Comunidade de Fundo e Fecho de Pasto, Retireiros, Quilombolas, Indígenas, Quebradeiras de Coco, Ribeirinhos*. Cada uno de estos grupos humanos construye su propia adaptación al ambiente natural del Cerrado así como también generó una infinidad de conocimientos en este proceso.

Teniendo en cuenta la socio-biodiversidad del Cerrado, pero también el proceso avanzado de degradación de este Bioma, éste fue incluido en la lista de los 25 *Hotspots* de Biodiversidad del planeta. Aunque esto reconoce esta región como una de las portadoras de mayor diversidad biológica del mundo, también indica que es uno de los puntos críticos de devastación ambiental.

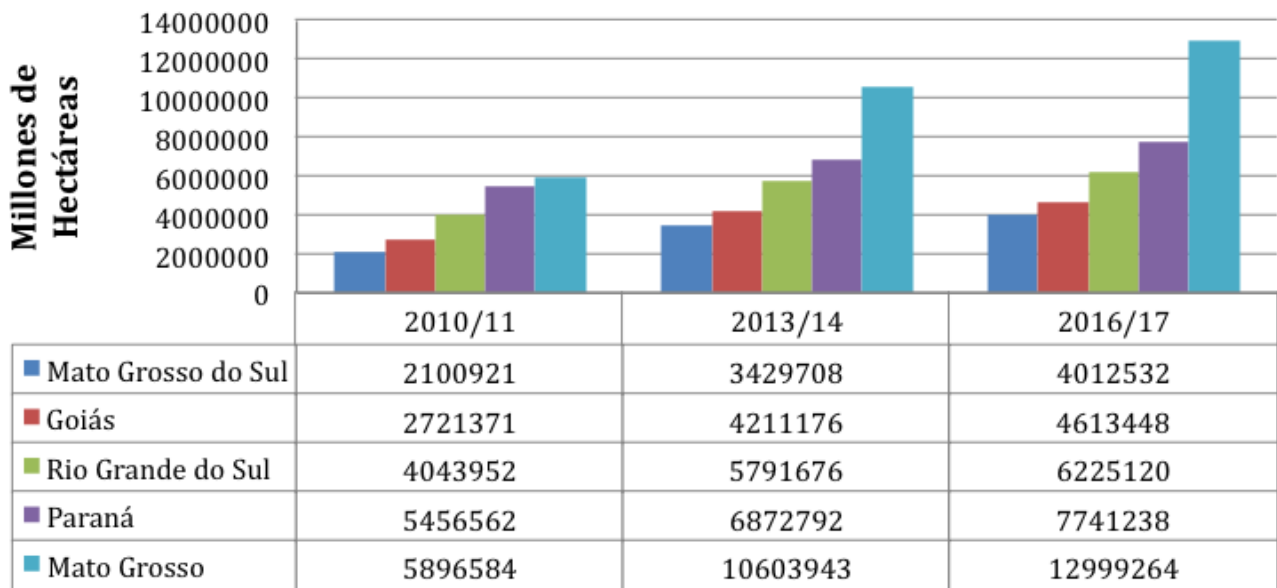
Las estimaciones indican que resta solamente 20% del área original de la vegetación del Cerrado (Myers et al. 2000). La figura 6 muestra, para los 4 Estados insertados en el Cerrado, cuál es porcentaje de supresión de la vegetación natural.

El proceso de degradación ambiental y humano en el Cerrado es resultado de diferentes embestidas, espe-

5 Traducción libre de los autores.

6 Traducción libre de los autores.





**Figura 7.** Área cultivada con plantas transgénicas (Soya, Maíz y Algodón), estados seleccionados, 2010-2016. Fuente: CONAB 2017, Céleres 2017.

cialmente direccionadas a la producción monocultora de granos. El periodo de la Revolución Verde fue el que promovió de forma más intensa la ocupación productiva con granos en el Cerrado, como se puede ver en la descripción de la tabla 2 de los programas de desarrollo implantado en este Bioma.

Al mismo tiempo que incrementaron el área productiva de granos, estos programas de desarrollo promovieron la primera embestida estructurada de devastación del Cerrado, incluyendo ahí el ambiente natural y la población territorializada. El Paquete Tecnológico con la mecanización, las semillas híbridas y los agrotóxicos cumplieron la tarea de elevar la producción total de granos, sin embargo contribuyeron con la destrucción ambiental del Cerrado.

Lo que llamamos de Segunda Revolución Verde, con raíces en la ingeniería genética, se consolidó como secuencia “natural” de la Revolución Verde, pero ahora con impactos más amplios y profundos.

Una vez más el Cerrado se convierte en escenario privilegiado del avance inconsecuente del agronegocio, con el aumento progresivo de la producción de plantas transgénicas.

La utilización de plantas transgénicas fue iniciada en la región sur del país, marcadamente en Rio Grande do Sul con semillas contrabandeadas de Argentina. Cuando fue regularizado el cultivo comercial de transgénicos en Brasil, a partir de la zafra 2003/04, el área ocupada en los Estados del Sur ya había avanzado considerablemente. De acuerdo con Céleres (2017) en dicha zafra, con base principalmente en la producción de estos Estados, las plantas transgénicas ya ocupaban 4,7 millones de hectáreas.

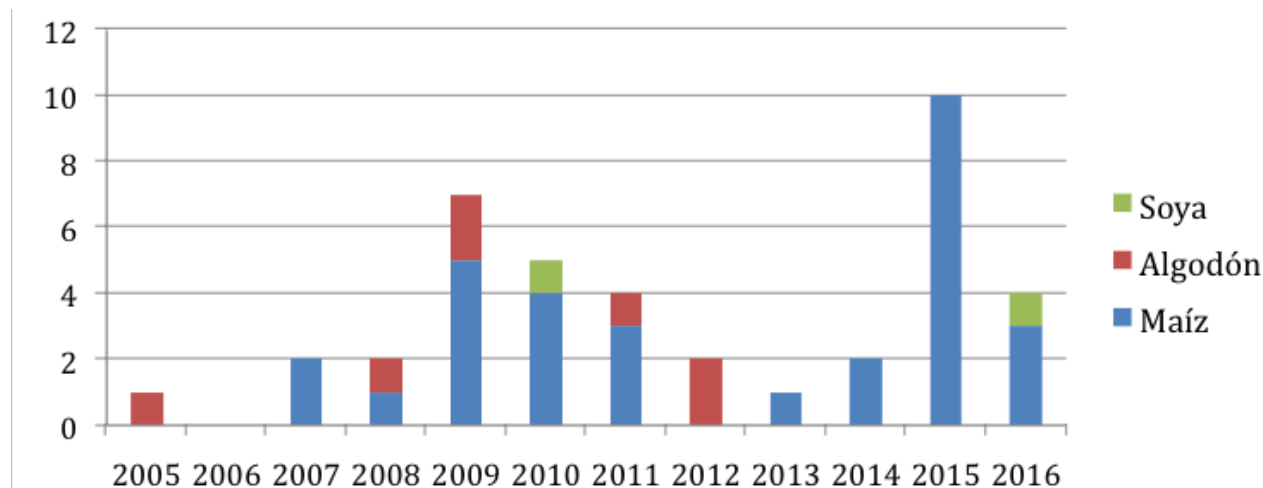
Sin embargo, progresiva y rápidamente los Estados que componen el Bioma Cerrado (como sucedió con las

semillas híbridas en la Revolución Verde) pasaron a ser responsables de la mayor área plantada con transgénicos en el país. La figura 2 muestra la evolución del cultivo de transgénicos (soya, maíz y algodón) entre 2003 y 2016, destacando dos Estados del Sur (Paraná y Río Grande do Sul) y tres Estados del Cerrado (Mato Grosso, Goiás y Mato Grosso do Sul). Es posible observar cómo creció la producción de transgénico en los Estados del Cerrado. De acuerdo con datos de la ISAAA (2017) en la zafra 2016/17 el área ocupada con transgénicos en Brasil alcanzó 49,1 millones de hectáreas. De ésta área, 31,01 millones de hectáreas (63,1%) están localizados en los Estados que componen el Cerrado. Esto significa que 16,1% del Cerrado está plantado con culturas transgénicas. La figura 7 muestra la evolución en el área plantada con transgénicos en las zafras de 2010/11, 2013/14 y 2016/17, destacando el crecimiento expresivo de los Estados situados en el Cerrado.

Los impactos causados por el agronegocio y, más recientemente, del *agronegocio transgénico*, son considerables en todo el país. Sin embargo, el Cerrado ha sufrido de forma más incisiva con el avance de este modelo de producción capitalista, ya que fue considerado ambiente natural de segunda clase y espacio vacío en términos poblacionales.

Como destacaron Barbosa et al (2014), el Cerrado debe ser entendido como un sistema biogeográfico, compuesto por diversos subsistemas íntimamente interactuantes, lo que significa que, más que otros biomas, el Cerrado presenta una dinámica que lo conservó en su plenitud.

En ese sentido, la substitución de la vegetación natural del Cerrado por otra forma de ocupación genera impactos incalculables. Tal proceso fue iniciado con la Revolución Verde, pero la inserción de las Plantas Trans-



**Figura 8.** Aprobación de variedad BT (Maíz, Algodón y Soya), Brasil (2005-2016). Fuente: CTNBio 2017.

génicas presenta riesgos que pueden ser mucho más amplios. Para usar un ejemplo, la población de abejas que poseen un papel fundamental en la polinización, ha disminuido recurrentemente en función de la utilización de agrotóxicos neurotóxicos. Sin embargo, estudios han identificado relaciones entre la transgenia y los impactos a las poblaciones de abejas.

Pires et al. (2014) destaca la acción del algodón genéticamente modificado en la reducción de la comunidad de polinizadores de la propia cultura, reduciendo la riqueza de especies a lo largo de los años y tendiendo a la permanencia sólo de especies exóticas como *Apis mellifera* o especies más robustas como *Trigona spinipes*. La reducción de polinizadores del algodónero no solo afecta la productividad de la cultura puesto que esas especies también benefician otras culturas y especies vegetales nativas con la polinización, sin embargo ese efecto es poco asociado al uso de los transgénicos.

El problema no se restringe a la población de abejas. Paula et al. (2014) destaca que algunas especies de Lepidópteras son capaces de ingerir los alimentos con toxina Bt, oriundas del maíz y pasarlas para su prole. Esta característica se torna relevante cuando se trata del organismo objetivo o plaga agrícola. Pero en este caso, ese grupo de insectos en el Cerrado es abundante y ejerce un fundamental papel ecológico en la polinización y en las redes alimenticias, no obstante sufren influencia directa del cultivo de culturas GM en áreas cercanas a la vegetación nativa.

Entre las 65 plantas transgénicas aprobadas por la CTNBio, 41 poseen la tecnología BT (*Bacillus thuringiensis*), siendo 2 para soya, 9 para algodón y 31 para maíz, como se puede ver su distribución por año en la figura 8. Podemos incluir a los datos presentados en la figura 8 la Caña BT, desarrollada por el *Centro de Tecnologia Canavieira* (CTC) y liberada para uso comercial en 2017, por la CTNBio. Ésta es una variedad resistente a la broca de la

Caña (*Diatraea saccharalis*) y así como las demás variedades de eventos con tecnología BT aprobadas representa un impacto de difícil evaluación de la dimensión de fertilidad al suelo, como consecuencia de la enorme masa de toxinas liberadas por estas plantaciones.

En el caso de la Caña de Azúcar transgénica el impacto puede ser aún mayor, pues en cuanto las plantas de maíz BT poseen un poco más de 10 microgramos de la toxina presente en la caña (proteína Cry1Ac) por gramo de tejido verde, las hojas verdes de la Caña pueden contener hasta 230 microgramos del cristal tóxico por gramo de tejido. Los posibles impactos y contaminación del suelo también son de difícil dimensionamiento.

Barcellos et al. (2006) examinaron la posibilidad de transferencia horizontal de genes de bacterias inoculadas en plantas transgénicas para rizobios nativos de los suelos de los Cerrados, *Sinorhizobium fredh* e *Bradyrhizobium elkanit*, encontrando resultados positivos. Se destaca que las complicaciones de esa transferencia no fueron divulgadas ya que la diseminación en el ambiente natural es desconocida y posiblemente agravada si se toma en cuenta la frecuencia con que genes de tolerancia y antibióticos son incorporados a los procesos de transgenia. La cana GM así como el eucalipto GM autorizado en 2015, conteniendo el gen nptII, son ejemplos en ese sentido. Sabemos que estos son sólo algunos de los problemas potenciales para la Biodiversidad relacionados al uso creciente de plantas transgénicas en el Cerrado.

Con relación a los impactos sociales es importante destacar, como ya fue mencionado, el aumento en el uso de agrotóxicos relacionado al cultivo con plantas transgénicas. Específicamente el uso de glifosato ha sido asociado a la elevación de la incidencia de varios problemas de salud. Pero no sólo este herbicida merece preocupación. Las plantas transgénicas de nueva generación incluyen tolerancias múltiples, que involu-

cran herbicidas de alta toxicidad, como 2,4D, dicamba, isoxaflutole entre otros. Los agricultores, disponiendo de estas semillas con resistencia a múltiples productos, serán inducidos a realizar mezclas de estos herbicidas con glifosato y el glufosinato de amonio en el tanque de los pulverizadores, generando caldos tóxicos de impacto desconocido. Como agravante se considera el hecho de que estos productos, en el Cerrado, son aplicados mayoritariamente por pulverización aérea.

Los impactos de la transgenia, considerando el paquete que ella incluye, son incalculables para la población del Cerrado. Tales impactos, además de los ambientales ya mencionados, han crecido junto con el aumento en la utilización de plantas transgénicas en la región.

Por ejemplo la Tierra Indígena *Marãiwatsédé* en Mato Grosso, ha sufrido intensos impactos relacionados al paquete de la agricultura transgénica en los últimos años. La pulverización aérea realizada con diferentes tipos de agrotóxicos viene contaminado agua, suelo y aire, además de impactar directamente la salud de la población indígena Xavante. En este caso, Pignati et al (2007), analizan que las brisas de agrotóxicos provenientes de la pulverización no alcanza solamente el objetivo (plantas), sino también a los trabajadores, el aire, el suelo y el agua, así como otras plantas y animales del Cerrado.

Fagundes (2015) aborda específicamente el río *Tenente Fontoura*, utilizado por los Xavante, donde acontece la pesca, festividades, entre otras actividades. Este río está totalmente contaminado por agrotóxicos ya que todas sus nacientes están localizadas fuera de la tierra indígena, en lugares de producción del agronegocio. En un entrevista realizada por esta autora, una líder indígena destaca “los terratenientes están perjudicando la salud con agrotóxicos [...] empezando diarrea, vómito, fiebre, gripe” (Morador da Aldeia Marãiwatsédé apud Fagundes 2015:122)<sup>7</sup>.

Este es apenas un ejemplo de los impactos relacionados a la pulverización aérea de agrotóxicos realizada en el Cerrado. Los casos de contaminación de trabajadores y otros grupos son cotidianos. En el Estado de Goiás también fue registrado el caso de contaminación de más de 100 personas en el año 2013, cuando una aeronave agrícola pulverizó niños, niñas y adolescentes en la Escuela Municipal *São José do Pontal*, en el municipio de Rio Verde. Pasados más de 4 años las víctimas de esa pulverización continúan tratando problemas de salud relacionados a ese delito.

### Consideraciones finales

El avance de la producción de plantas transgénicas en Brasil ha ocurrido de forma acelerada, sin tener en cuenta el futuro. La preocupación obsesiva con los resultados de cada colecta y la asociación de esos resultados a los intereses de transnacionales del mercado de insu-

mos y agrotóxicos revelan la renuncia de un proyecto de nación y amenazan con recolocar el país en el mapa del hambre. Se trata de un hecho anunciado por representantes del agronegocio, con anticipación al golpe de Estado en marcha en el país, que derrocó el gobierno electo e implantó el proceso de desestructuración del Estado de Derecho, con descaso y acelerada ruptura a la constitución ciudadana de 1988.

Las implicaciones de la atención post golpe de las demandas de la Federación de la Agricultura incluyendo facilidades en el registro de agrotóxicos y simplificación en los procesos de evaluación de riesgos, avanza de forma acelerada y llegará de manera objetiva a todos los consumidores.

Esto significa que la divulgación de estas informaciones entre poblaciones afectadas indirectamente puede llegar a generar movilización reactiva, con impacto sobre los procesos desarrollados en el agro brasileiro. Nuestra expectativa con el presente texto es que contribuya para el esclarecimiento y eventual reacción de consumidores europeos, que en actitud reveladora de conciencia humanitaria y apoyo a la lucha de los pueblos y comunidades tradicionales brasileras, en defensa del medio ambiente y del futuro de todos, estimulen procesos de rechazo a los granos GM cosechados en Brasil.

### REFERENCIAS

- Almeida SP, Proença CEB, Sano SM, Ribeiro JF. 1998. Cerrado: espécies vegetais úteis. Brasília/DF: EMBRAPA-CPAC.
- Almeida MG. 2010. Territórios de quilombolas: pelos vãos e serras dos Kalunga de Goiás - patrimônio e biodiversidade de sujeitos do Cerrado. Goiânia/GO: Ateliê Geográfico, 4(1).
- Arruda MB. 2001. Ecosistemas Brasileiros. Brasília: Edições IBAMA.
- Barcellos F, Menna P, Batista JDS & Hungria M. 2006. Transferência horizontal de genes simbióticos de estirpes inoculantes de *B. japonicum* para estirpes de rizóbios nativas dos solos dos Cerrados. In Embrapa Soja-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: JORNADA ACADÊMICA DA EMBRAPA SOJA. Londrina. Embrapa Soja, 2.
- Barbosa AS, Schmitz PI, Teixeira Neto A, Gomes H. 2014. O piar da juriti pepena: narrativa ecológica da ocupação humana do cerrado. Goiânia/GO: PUC Goiás.
- Barbosa AS. 2016. In: Talga D. Sertão Serrado. Vídeo Documentário. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ap16SrtWDdE>.
- Brasil. 2015. Portal Brasil. Economia e Emprego. Matopiba se consolida como nova fronteira agrícola do país. Portal Brasil: Brasília/DF. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-empre>

- go/2015/10/matopiba-se-consolida-como-nova-fronteira-agricola-do-pais.
- Céleres. 2017. Levantamento de adoção de biotecnologia agrícola no Brasil. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/category/biotecnologia/>.
- CONAB. 2017. Companhia Nacional de Abastecimento. Série história de área plantada, produtividade e produção. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=>.
- CTNBio. 2017. Comissão Técnica Nacional de Biossegurança. Plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização - 18 de janeiro de 2017. Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação: Brasília/DF. Disponível em: [http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial/-/document\\_library\\_display/SqhWdohU4BvU/view/1684467#/liberacao-comercial/consultar-processo](http://ctnbio.mcti.gov.br/liberacao-comercial/-/document_library_display/SqhWdohU4BvU/view/1684467#/liberacao-comercial/consultar-processo).
- Fagundes V F. 2015. Vulnerabilidade programática de atenção à saúde da criança Xavante no polo base Marãiwatsédé. Cuiabá/MT: Universidade Federal do Mato Grosso Instituto de Saúde Coletiva.
- FAOSTAT. 2017. Food and agriculture data. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>.
- Goldfarb Y. 2016. CTNBio: 100% transgênicos. In: Berrón G & González L. A privatização da democracia: um catálogo da captura corporativa no Brasil. São Paulo: Vigência. Disponível em: [http://www.vigencia.org/wp-content/uploads/2016/08/Vige%C-C%82ncia\\_Cata%CC%81logo\\_FINAL-1.pdf](http://www.vigencia.org/wp-content/uploads/2016/08/Vige%C-C%82ncia_Cata%CC%81logo_FINAL-1.pdf).
- IBGE. 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – Brasil. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv59908.pdf>. Acesso em: jul. 2017.
- ISAAA. 2017. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications. Disponível em: <http://www.isaaa.org/inbrief/default.asp>.
- Klink CA, Machado RB. 2005. A conservação do Cerrado brasileiro. *Megadiversidade* 1(1).
- Lima SC. 2010. Os Karajá de Aruanã-GO e seus territórios restritos: biodiversidade reduzida, integridade abalada. *Goiânia/GO: Ateliê Geográfico*, 4(1). p. 84-115.
- Mato Grosso. 2016. Assembleia Legislativa. Decreto Legislativo n 49, de 07 de julho de 2016. D.O. 15.07.16. Disponível em: [https://www.al.mt.gov.br/storage/webdisco/leis/lei\\_14179.pdf](https://www.al.mt.gov.br/storage/webdisco/leis/lei_14179.pdf).
- Mazzetto Silva CE. 2006. Os Cerrados e a sustentabilidade: territorialidades em tensão. (Tese). Programa de Pós Graduação em Ordenamento Territorial e Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói/RJ.
- Melgarejo L, Ferraz JM, Fernandes GB. 2013. Transgênicos no Brasil: a manipulação não é só genética. *Agriculturas*, 10(1).
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403. pp. 853-858.
- Paula DP, Andow DA, Timbó RV, Sujii ER, Pires CS & Fontes EM. 2014. Uptake and transfer of a Bt toxin by a Lepidoptera to its eggs and effects on its offspring. *PloS one*, 9(4), e95422.
- Pignati WA, Machado JMH, Cabral JF. 2007. Acidente rural ampliado: o caso das “chuvas” de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde – MT. *Ciência e Saúde Coletiva*.
- Pires CSS, Silveira FA, Cardoso CF, Sujii ER, Paula DP, Fontes EMG, Silva JP, Rodrigues, SMM & Andow DA. 2014. Selection of bee species for environmental risk assessment of GM cotton in the Brazilian Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(8), p. 573-586. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2014000800001>.
- Ribeiro S. 2003. Camponeses, biodiversidade e as novas formas de privatização. In: Carvalho HM (coord.). *Sementes – patrimônio do povo a serviço da humanidade*. São Paulo: Expressão Popular. p. 51-72.
- Ribeiro RF. 1997. O sertão espiado de fora: os viajantes estrangeiros descobrem o cerrado mineiro na primeira metade do século XIX. Rio de Janeiro: Textos CPDA/UFRRJ, 1.
- SINDIVEG. 2016. Sindicato Nacional da Indústria de Defesa Vegetal. Consumo de agrotóxicos no Brasil. Disponível em: <http://sindiveg.org.br/estatisticas-do-setor/>.
- Silva PRA, da Silva Correia TP, Sousa SFG & Millani TM. 2016. Análise econômica de milho convencional e transgênico em dois sistemas de preparos de solo. *Engenharia Agrícola*, 35(6).