

Impactos ambientales de los cultivos transgénicos en Uruguay

Dra. Natalia Bajsa (nbajsa@gmail.com)



Laboratorio de Ecología Microbiana
Departamento de BIOGEM



**Ministerio
de Educación
y Cultura**



Instituto de Investigaciones Biológicas Clemente Estable - MEC

Cultivos transgénicos en Uruguay

Se cultivan en nuestro país:

Maíz



Con resistencia a insectos



Soja



Tolerantes a herbicidas



Cultivos transgénicos en Uruguay

Impactos ambientales:

- Por la expresión del transgen



- Por su aplicación tecnológica



Expresión del transgen – Efectos sobre ONB



Efectos de proteínas insecticida sobre organismos no-blanco*

Proteínas Cry en tejidos vegetales:

- consumida por organismos (trama trófica)
- liberada al ambiente (suelo y agua)

*Ramírez-Romero, 2005, Marvier et al., 2007, Lang y Otto, 2010; Holst et al., 2013; Paula et al., 2014, Lovei y Arpaia, 2005; Hilbeck y Schmidt, 2006; Lovei et al., 2009; Schmidt et al., 2009, Zhou et al., 2014, Castaldini et al., 2005; Xue et al., 2005; Griffiths et al., 2006; Naef y Defago, 2006; Cortet et al., 2007; Kramarz et al., 2009; Lu et al., 2010; Tan et al., 2010, 2011; Xue et al., 2011; Cheeke et al., 2011; 2012; Fließbach et al., 2012; van der Merwe, 2012; Hannula et al., 2014; Flores et al., 2015, Rosi-Marshall et al., 2007; Douville et al., 2009; Chambers et al., 2010; Bøhn et al., 2008; 2010; 2016; Ferreira et al., 2015.



Expresión del transgen - Resistencia a insectos



Aparición de resistencia de las plagas

- Presión por exposición continua
- Transgénicos con más de una proteína insecticida - apilados (efecto?)
- Uso de insecticidas químicos de amplio espectro



*Tabashnik et al., 2009; Kruger et al., 2009; 2012;
Van den Berg et al., 2013, Huang et al., 2014

Expresión del transgen - Contaminación genética



Dispersión de transgenes en el ambiente – hasta 810 m

Contaminación de maíces no GM ¿Coexistencia?



Expresión del transgen - Contaminación genética



Dispersión de transgenes en el ambiente

- *Brassica sp.* tolerante a glifosato por cruzamiento con colza GM en Argentina
- Ingreso a Uruguay como contaminación en semillas de pasturas importadas
- Maleza tolerante a herbicida (cruzamiento con nativas, contaminación cultivos)



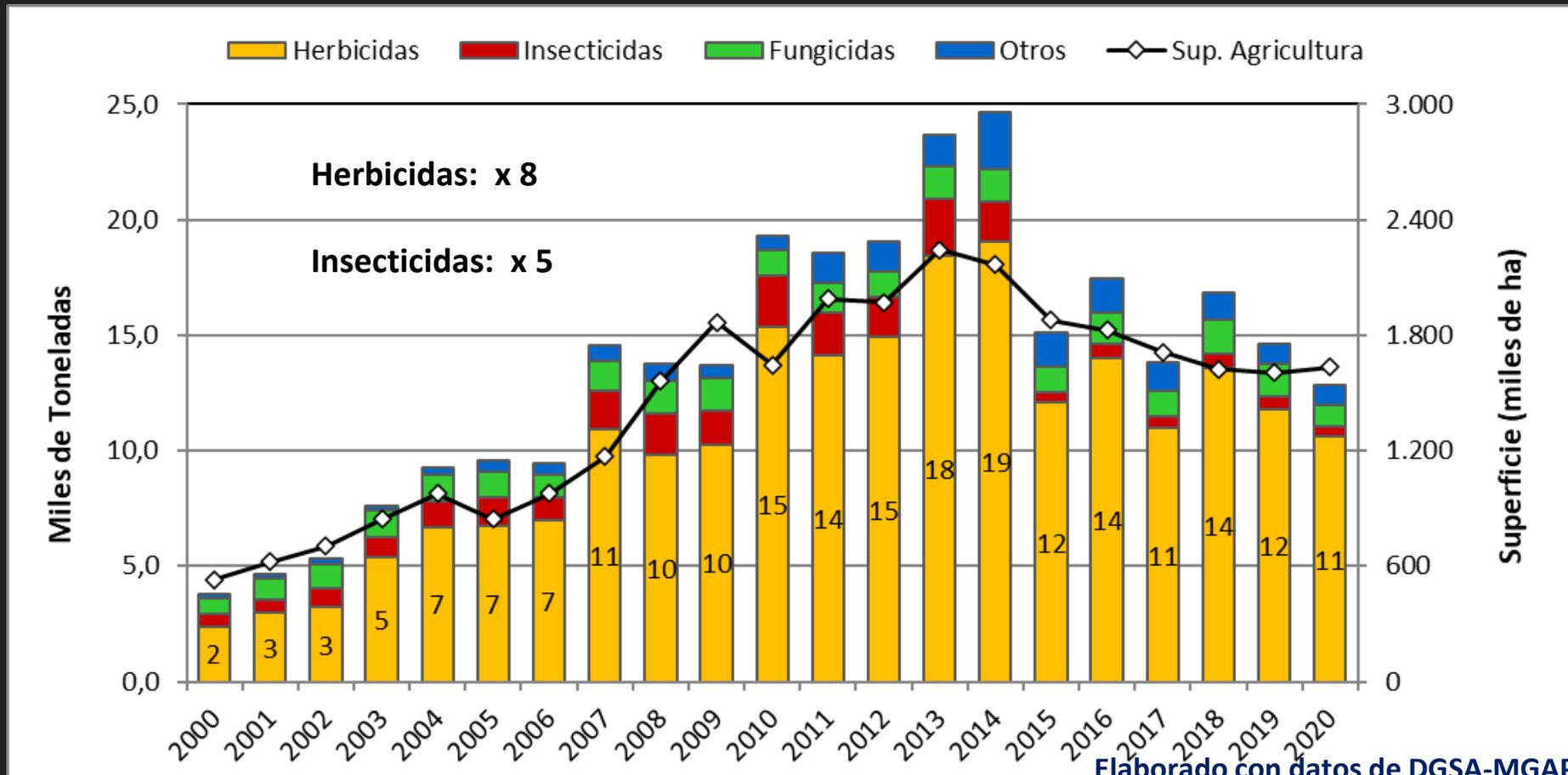
“Nabolza” (cruza de nabo y colza)

Aplicación tecnológica – Intensificación agrícola



Aumento entre 2000-2020:

Superficie sembrada (x 4,5) - Soja: 1.4 millones de ha
*Uso de plaguicidas (x 6) - 2,5 kg/há a 8 kg/há (10,7 en 2012)**

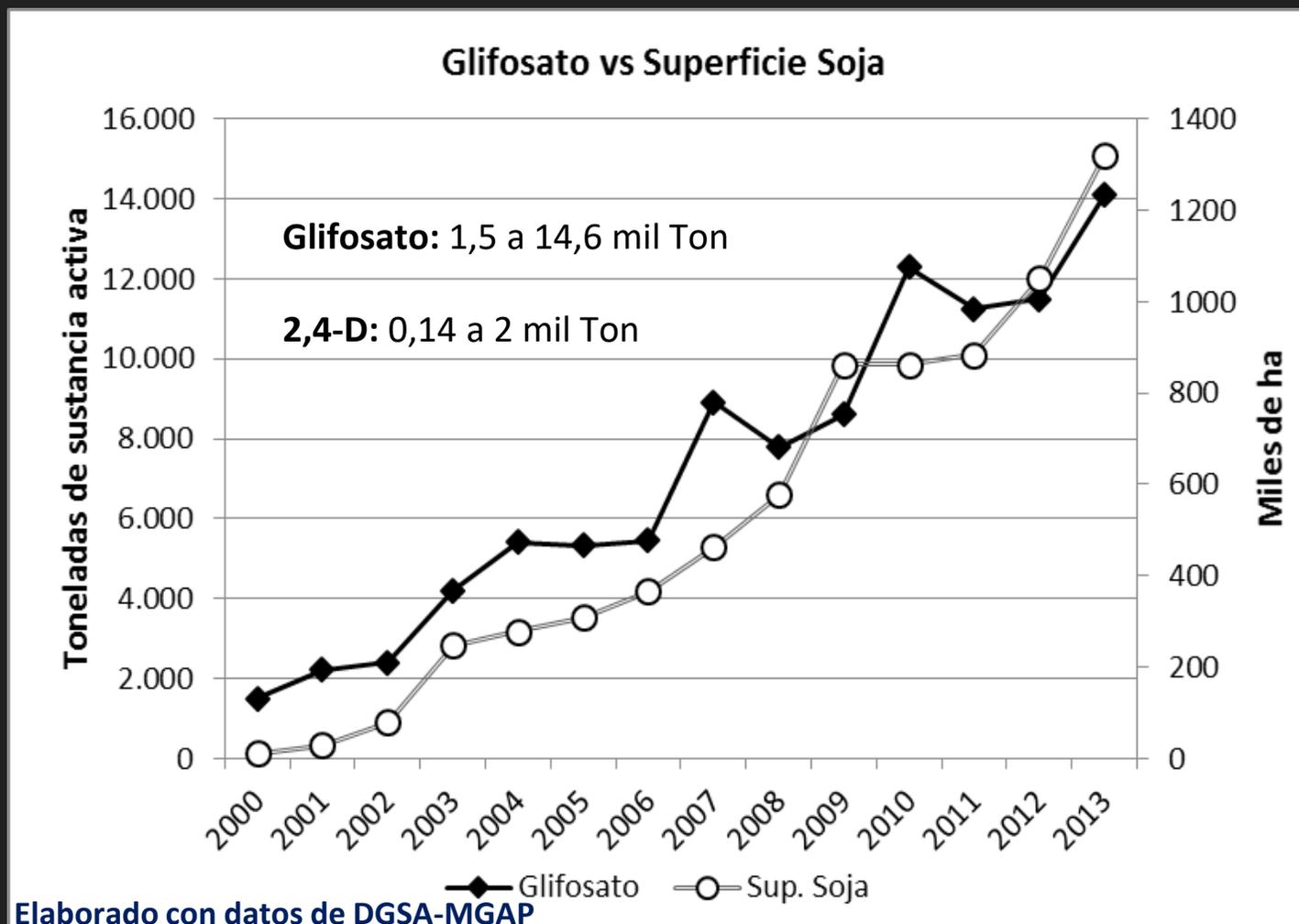


*<https://ourworldindata.org/>

Aplicación tecnológica – Uso de plaguicidas



Incremento en el uso de plaguicidas - Glifosato



Aplicación tecnológica – Uso de plaguicidas



Aparición de malezas tolerantes a herbicidas

- Uso de glifosato sin precedentes
- Por presión de selección de altas cantidades de herbicida

Ejs. en Uruguay: *Conyza*, raigrás, *Echinochloa*, *Eleusine*, *Amaranthus*

Aumento de las dosis y uso de otros herbicidas (atrazina; 2,4-D)

Transgénicos tolerantes a otros herbicidas: 2,4-D, glufosinato de amonio, dicamba (mayor toxicidad, volatilidad)

Aplicación tecnológica – Uso de plaguicidas



Efectos del GLIFOSATO sobre otros organismos

TOXICIDAD considerada baja inicialmente, reporte de EFECTOS NEGATIVOS* en:

Ambiente acuático: bacterias, algas, protozoarios, invertebrados (*D. magna*, nidarios, erizos, caracoles, gusanos), anfibios, peces

Ambiente terrestre: bacterias (ciclo del N, resistencia antibióticos), hongos micorrícicos, descomponedores de rastrojo, lombrices, artrópodos (abejas, mariposas), anfibios, aves, mamíferos

*(Haughton et al., 2003; Roy et al., 2003; Marc et al., 2004; Zablotowicz y Reddy, 2004; García y Altieri 2005; Relyea 2005; Pérez et al., 2007, 2011; Mann et al. 2009; Paganelli et al. 2010; Brower, 2012; Demetrio et al., 2012; Cuhra et al., 2013; Rzymiski et al., 2013; Herbert et al., 2014; 2015; Kurenbach et al., 2015; Martin et al., 2015; Mensah et al., 2015; Nordgård et al., 2015; Pérez et al., 2015; Tudisco et al., 2015; Castelli et al., 2021, Ruiiz, 2022)

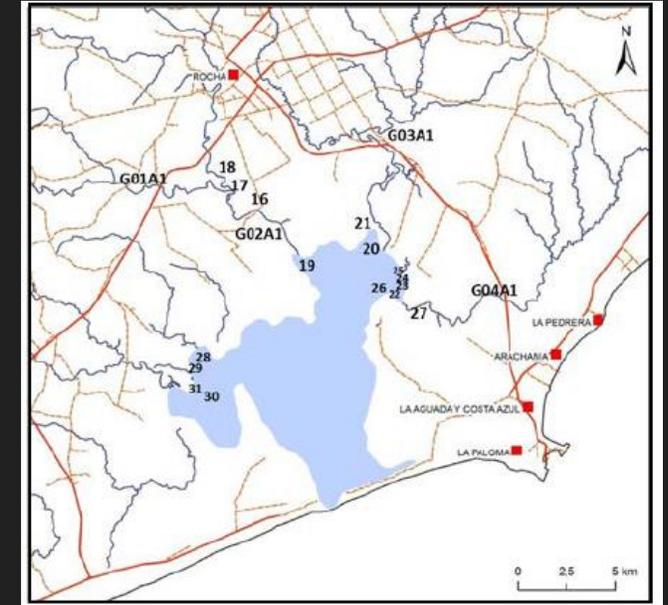
Aplicación tecnológica – Uso de plaguicidas



Contaminación de suelos y aguas

Plaguicidas en el ambiente

- suelo (con y sin uso agrícola)
- agua, peces
- panales, miel
- Áreas protegidas
(Esteros de Farrapos, Laguna de Rocha)



Plaguicidas en alimentos y personas (González-Ortega et al., 2017; Alfonso et al., 2020)

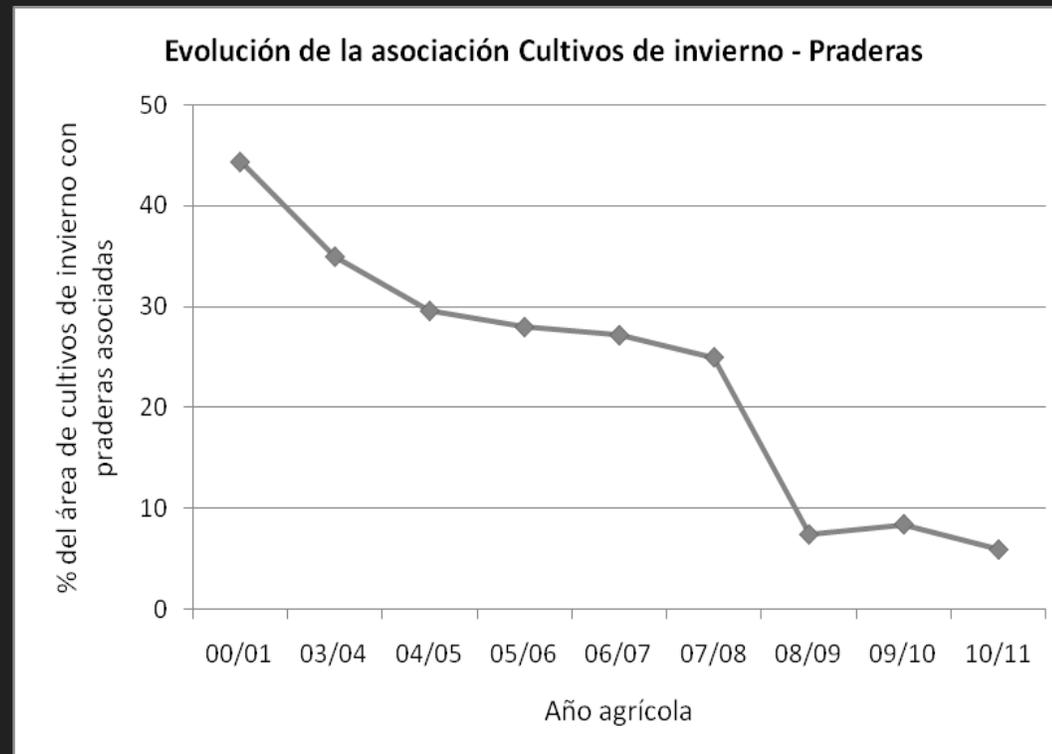
Udelar (CURE, CENUR, FQuím); Ríos y Zaldúa (2012); Nardo et al., 2015; Ernst et al., 2018; Rodríguez et al., 2023

Aplicación tecnológica – Intensificación agrícola



Cambios en el uso del suelo

**Disminución de las ROTACIONES de cultivos con praderas:
(degradación física, química y biológica del suelo)**



Aplicación tecnológica – Intensificación agrícola



Cambios en el uso del suelo

Disminución de las ROTACIONES de cultivos con praderas:
(degradación física, química y biológica del suelo)

Aumento de la EROSION (agricultura en zonas de mayor riesgo)

Reducción de MONTE NATIVO y PRADERA NATURAL (biodiversidad)

REGULACIÓN HIDROLÓGICA : menor absorción de agua por el cultivo de soja
... inundaciones

Impactos ambientales



Transgénicos en Uruguay:

Efectos en organismos no blanco

Contaminación genética

Uso masivo de plaguicidas

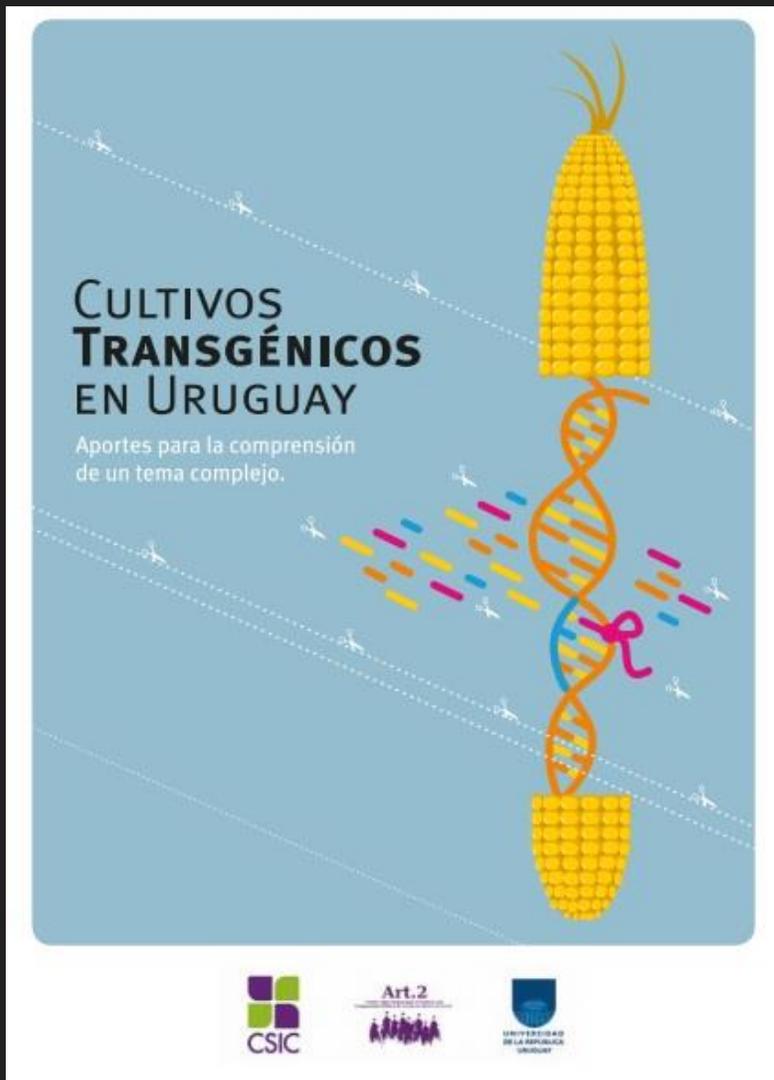
Desarrollo de resistencia

Degradación de suelos – aguas

- Evaluación de riesgo parcial: transgen pero no herbicida asociado
- En base a estudios proporcionados por las empresas, no de estudios independientes, locales y a largo plazo
- Falta de monitoreo luego de la liberación de los eventos

Cultivos Transgénicos en Uruguay

Aportes para la comprensión de un tema complejo



'Fondo Universitario para Contribuir a la
Comprensión Pública de temas de Interés General'
CSIC – Udelar

Los cultivos transgénicos

Los cultivos transgénicos y el medio ambiente

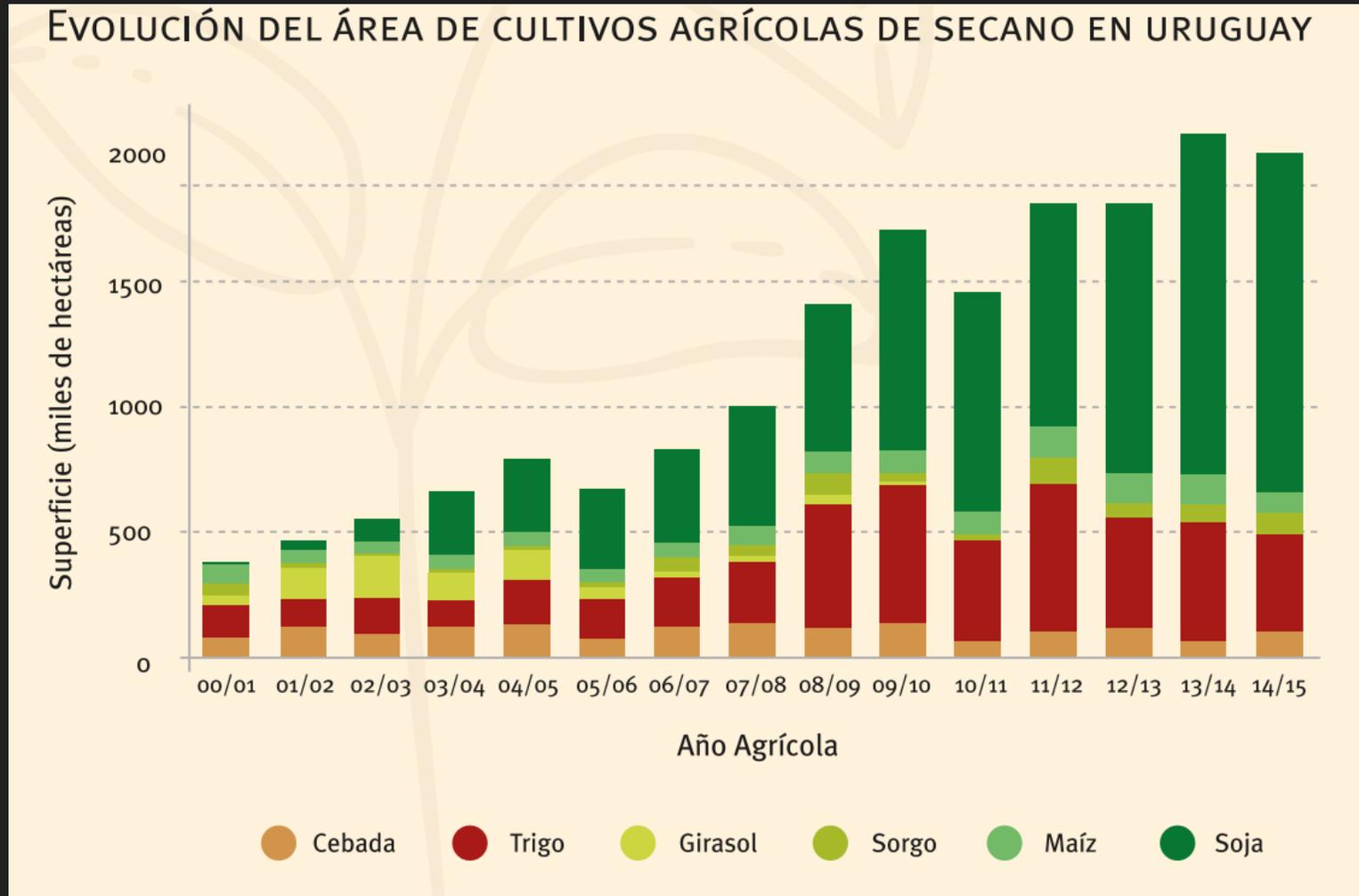
Salud y alimentación:
Implicancias del cultivo y consumo de
transgénicos

Aspectos socio-económicos

<https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/32798/1/Cultivos%20Transg%C3%A9nicos%20en%20Uruguay.pdf>



Intensificación agrícola en Uruguay



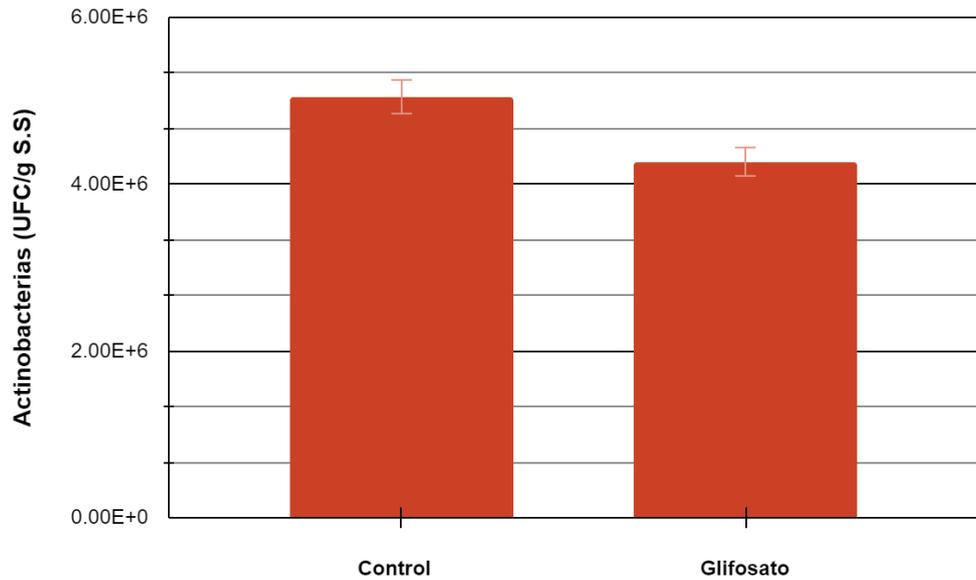
Soja: 1.4 millones de ha

(semilla 100 % transgénica)

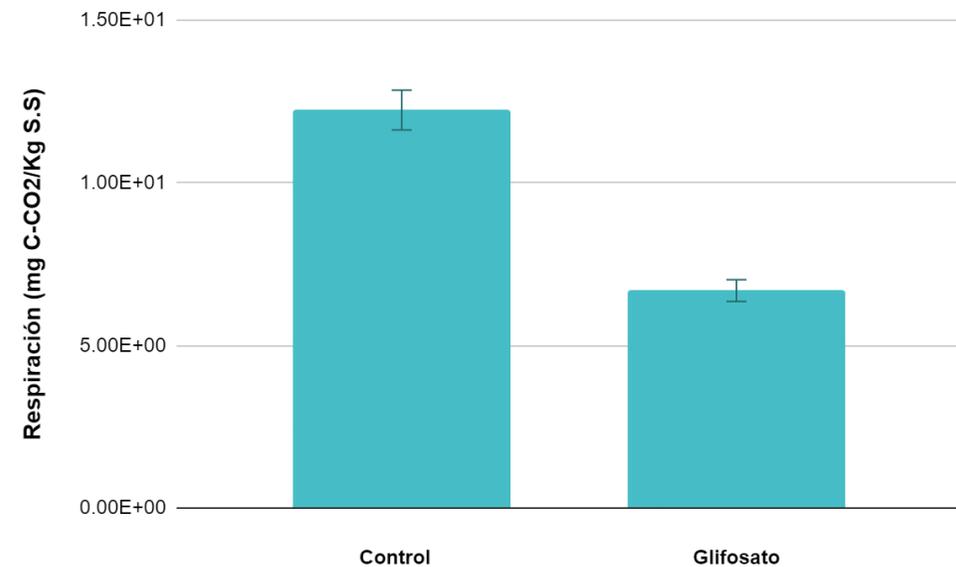
Maíz: 130.000 ha

(semilla 90 % transgénica)

Efectos del glifosato sobre microorganismos del suelo



- Estudio en invernáculo con plantas de soja tolerantes, con aplicación de glifosato al suelo
- Disminución de actinobacterias y respiración en suelo



Eventos transgénicos de SOJA aprobados para uso COMERCIAL en Uruguay (17)

| Especie/Evento | Uso solicitado | Año ingreso | Año Autorizado/ Etapa |
|---|----------------|-------------|--------------------------|
| Soja 40-3-2 | Comercial | 1995 | 1996 |
| Soja A2704-12 (LL) | Comercial | 2010 | 2012 |
| Soja A5547-127 (LL) | Comercial | 2011 | 2012 |
| Soja MON89788XMON87701 (RR2YBt) | Comercial | 2011 | 2012 |
| Soja BPS-CV127-9 | Comercial | 2011 | 2014 |
| Soja DAS44406-6 | Comercial | 2012 | 2017 |
| Soja MON89788XMON87708 | Comercial | 2013 | 2017 |
| Soja FG72 | Comercial | 2014 | 2020 |
| Soja FG72XA5547-127 | Comercial | 2015 | 2020 |
| Soja MON89788 | Comercial | 2019 | 2020 |
| Soja MON87701 | Comercial | 2019 | 2020 |
| Soja MON87708 | Comercial | 2019 | 2020 |
| Soja MON89788XMON87701XMON87708X MON87751 | Comercial | 2016 | 2021 |
| Soja MON89788XMON87708XA5547- 127 | Comercial | 2017 | 2021 |
| Soja MON87751 | Comercial | 2021 | 2021 |
| Soja SYHTOH2 | Comercial | 2017 | 2022 |
| Soja DAS44406-6XDAS81419-2 | Comercial | 2015 | 2022 |



***Rasgos:** **RL**, resistencia a lepidópteros; **TG_{li}**, tolerancia a glifosato; **TG_{lu}**, tolerancia a glufosinato de amonio, **T_{Imi}**, tolerancia a herbicidas del grupo de las imidazolinonas

Datos disponibles en: <https://www.gub.uy/comunicacion/publicaciones/eventos-autorizados-y-en-proceso-de-analisis>,

Eventos transgénicos de MAÍZ aprobados para uso COMERCIAL en Uruguay (22)

| Especie/Evento | Uso solicitado | Año ingreso | Año Autorizado/ Etapa |
|---|----------------|-------------|--------------------------|
| Maíz MON810 | Comercial | 2001 | 2003 |
| Maíz BT11 | Comercial | 2002 | 2004 |
| Maíz GA21 | Comercial | 2009 | 2011 |
| Maíz GA21XBT11 | Comercial | 2009 | 2011 |
| Maíz TC1507 | Comercial | 2009 | 2011 |
| Maíz NK603 | Comercial | 2010 | 2011 |
| Maíz MON810XNK603 | Comercial | 2010 | 2011 |
| Maíz TC1507XNK603 | Comercial | 2012 | 2012 |
| Maíz BT11XMIR162XGA21 (*) MIR162 BT11XMIR162 MIR162XGA21 | Comercial | 2009 | 2012 |
| Maíz MON89034XTC1507XNK603 (*) MON89034 MON89034XTC1507 MON89034XNK603 | Comercial | 2012 | 2012 |
| Maíz dulce | Comercial | 2011 | 2012 |
| Maíz MON89034XM0N88017 | Comercial | 2010 | 2017 |
| Maíz MON810XTC1507XNK603 (*) | Comercial | 2014 | 2017 |

| Especie/Evento | Uso solicitado | Año ingreso | Año Autorizado/ Etapa |
|---|----------------|-------------|--------------------------|
| Maíz MON89034XTC1507XNK603XDAS40278 -9 (*) | Comercial | 2013 | 2020 |
| Maíz T25 | Comercial | 2014 | 2020 |
| Maíz MZHGOJG (BT11XGA21) | Comercial | 2017 | Retirado (2021) |
| Maíz MON89034XTC1507XNK603XMIR162 (*) | Comercial | 2016 | 2021 |
| Maíz MON89034XTC1507XNK603XMIR162X DAS40278-9 (*) | Comercial | 2018 | 2021 |
| Maíz BT11XMIR162XGA21XM0N89034 (*) | Comercial | 2017 | 2021 |
| Maíz MON87427XM0N89034XM0N810XMIR 162X MON87411XM0N87419 (*) | Comercial | 2018 | 2021 |
| Maíz MON87427XM0N87419XNK603 (*) | Comercial | 2019 | 2021 |
| Maíz MON87427XM0N89034XMIR162XNK60 3 (*) | Comercial | 2020 | 2021 |
| Maíz NK603XT25XDAS40278-9 (*) | Comercial | 2020 | 2021 |

***Rasgos:** **RL**, resistencia a lepidópteros; **TGli**, tolerancia a glifosato; **TGlu**, tolerancia a glufosinato de amonio

Datos disponibles en: <https://www.gub.uy/comunicacion/publicaciones/eventos-autorizados-y-en-proceso-de-analisis>,