

La agricultura argentina en marcha: Sus cambios e impactos, con atención al uso de herbicidas

Negri, R., Feiguin, F., Campos, M., Walter, M., F. Ferreira y E. Satorre

1- Los cambios recientes de la agricultura Argentina

En los últimos 15 años, la frontera agrícola argentina se expandió desde 15 a 30 millones de hectáreas cultivadas, generando cambios en el uso de la tierra en varias regiones del país. Al contrario de lo que ocurrió con la expansión de la agricultura mecanizada en otros países y en Argentina a comienzos del siglo XX, los posibles efectos negativos para el ambiente de un proceso de esa magnitud fueron mitigados por la incorporación de nuevos conceptos agronómicos y tecnologías innovadoras; entre ellas, la siembra directa, el mayor uso de fertilizantes, nuevas rotaciones y criterios de planificación, entre otros.

Por muchos años, antes del proceso de cambio indicado arriba, el laboreo o roturación de los suelos había sido considerado un modo eficaz de controlar las malezas y preparar el suelo para la siembra de los cultivos, generando condiciones para un trabajo adecuado de las sembradoras mecánicas, el tránsito de maquinaria y el crecimiento de los cultivos. Este modelo agrícola produjo, en grandes áreas, erosión y degradación de los suelos. A fines de los ochenta, un nuevo paradigma, sembrar las tierras sin roturarlas, irrumpe en la actividad contribuyendo a reducir los efectos negativos asociados al modelo anterior. La siembra directa (SD) en poco tiempo muestra su contribución a reducir efectivamente la pérdida de suelo por erosión (tanto eólica como hídrica) y a mejorar la eficiencia del uso del agua, el principal factor limitante en nuestros sistemas de producción sin riego. Inicialmente, la SD se expandió en áreas ecológicamente frágiles y de la mano del doble cultivo Trigo / Soja de 2da en las áreas más productivas, ya que reducía el tiempo para la siembra de soja luego de la cosecha del trigo. Luego, con la adopción de los cultivos transgénicos y el control eficaz de malezas con herbicidas, comenzó a adoptarse masivamente, contribuyendo así a la mayor estabilidad de los resultados económicos de los cultivos y al mejoramiento de los suelos en casi el 65 % del área cultivada en Argentina. El mejor resultado productivo y económico en SD contribuyó a cambios en la organización y calificación del trabajo en las empresas y las comunidades vinculadas al campo. Es importante reconocer, en este punto, que el éxodo de gente del campo que se atribuye a la expansión agrícola en SD es un proceso global y local que se inició mucho antes de dicha transformación agrícola (Navarrete et al, 2009).

Es reconocido que la adopción de la SD, cultivos transgénicos, herbicidas y fertilizantes como procesos tecnológicos fueron realizados en estos últimos años a ritmos sorprendentemente altos, por tratarse de procesos no dirigidos estatalmente. Esto, pone en evidencia un sector productivo dinámico, con una fuerte capacidad adaptativa en situaciones de cambio. De hecho, el cambio tecnológico no sólo contribuyó a incrementar la productividad de nuestras tierras, sino que fue acompañado por cambios en la organización de las empresas del sector, las que se profesionalizaron, mejorando la gestión técnica y comercial de sus procesos y la capacitación de sus actores. En el cambio, el campo, un sector globalmente postergado, comienza a ser una usina innovadora, llegando a incorporar las tecnologías más sofisticadas, tales como las derivadas de los proyectos espaciales. Por ejemplo, la agricultura de precisión, conjunto de herramientas de decisión y manejo (GPS, Monitores de Rinde, maquinaria con dosificación variable de agroquímicos, etc.) permite hoy un tratamiento diferencial de distintos sectores de un mismo lote, en lugar del tradicional uso de

cantidades homogéneas de insumos en grandes superficies, lo que aumenta la eficiencia (más grano con menos producto) y reduce los riesgos ambientales. Hoy, el agro, con capacitación y profesionalismo, puede hablar de procesos certificados con normas ISO, de buenas prácticas, manejo responsable, etc. cuestiones antes impensadas para este sector. De hecho, este proceso de certificación de procesos en el campo, aunque incipiente, debe ser visto como un reflejo de las posibilidades de conducir responsablemente el proceso de crecimiento de la capacidad productora de alimentos en Argentina para nuestra población y el mundo.

En resumen, los aspectos clave del modelo productivo agrícola dominante, se caracterizan por la fuerte expansión (i) del cultivo de soja, mayormente transgénica, alcanzando casi el 55 % del área cultivada; (ii) del uso de fertilizantes, que casi se cuadruplicó en el período de cambio; (iii) del uso del herbicida glifosato, para el control de malezas en áreas con y sin cultivo; (iv) de la productividad, que se triplicó en el período; y (v) de la incorporación de tecnologías de organización y conocimiento en la conformación de un empresariado agropecuario, entre otros. De estos aspectos, nos concentraremos en este trabajo en el punto (iii), asociado al uso de herbicidas en la agricultura.

2. Agroquímicos y sistemas de producción cuestionados

Los agroquímicos son piezas clave del desarrollo de los modernos esquemas de producción agrícola. Como toda tecnología, aún la que pueda aparecer más inocua tanto dentro o como fuera del sector agropecuario, su uso irresponsable o inadecuado podría producir efectos indeseados sobre el medio ambiente y, eventualmente, la salud de animales y el hombre. Las tecnologías y su manejo siempre han impuesto riesgos y beneficios; por ejemplo, el riego es una de las tecnologías de la agricultura que el hombre ha manejado por siglos y que ha permitido el desarrollo y crecimiento de civilizaciones enteras; sin embargo, debido a uso inadecuado, evidencias de daño al ambiente (salinización de suelos, erosión, etc.) ligadas a esta tecnología han sido reportados hace miles de años, ciertamente, mucho antes que los agroquímicos sintéticos, como hoy los conocemos, hayan sido descubiertos.

En agricultura, el riesgo del manejo de agroquímicos a la salud humana y del ambiente en general es evaluado a partir de su efecto sobre distintos organismos. Este riesgo, es expresado como DL50 (dosis letal media), usualmente como mg de producto por kg de peso vivo, que provoca el 50 % de mortandad de una población. La DL50 depende de varios factores y sirve para dar una idea del riesgo toxicológico de un producto. Sobre los productos agroquímicos se reporta la DL50 oral (consumo), dermal (contacto) y crónica (ligadas al efecto acumulativo de dosis bajas durante un tiempo prolongado). En la evaluación de riesgos ambientales, los agroquímicos reportan además información ecotoxicológica vinculada a su toxicidad sobre abejas (CL50 – u/abeja), toxicidad sobre aves (CL50 –ppm) o toxicidad sobre organismos acuáticos (CL50 – ppm). La clasificación de la OMS (Organización Mundial de la Salud) según los riesgos de los productos, los clasifica en (i) productos sumamente peligrosos (Clase I a); (ii) productos muy peligrosos (Clase I b); (iii) producto moderadamente peligroso (Clase II), (iv) producto poco peligroso (Clase III); y (v) productos Clase IV, que normalmente no ofrecen peligro (verde, aunque con leyenda de CUIDADO).

3. Herbicidas en la agricultura: sobre el Glifosato.

El glifosato es uno de los herbicidas que ha alcanzado mayor difusión frente a los cambios de la agricultura. En Argentina, durante el año 2007 tan sólo, se comercializaron 200.000.000 de litros de glifosato por cerca de U\$S 500.000.000). El Glifosato (N-[phosphonomethyl]glycine) es un herbicida no selectivo que se usa ampliamente con la finalidad de controlar o destruir las malezas herbáceas de los cultivos. El producto se pulveriza sobre las hojas de las malezas y al ser absorbido por estas **inhibe el proceso de síntesis de aminoácidos aromáticos mediado por la EPSPS, una enzima**

presente en todas las plantas, bacterias y hongos, pero no en los animales, los cuales no sintetizan sus propios aminoácidos aromáticos.

Algunos aspectos ecológicos vinculados al uso del Glifosato en los planteos de producción agrícola

La efectividad del herbicida glifosato en el control de especies susceptibles ha llamado la atención sobre la posible disminución de la riqueza de especies espontáneas y, eventualmente, del soporte de vida para la fauna asociada a las mismas en los agro-ecosistemas; esta, ha sido una de las principales objeciones realizadas, principalmente en el continente europeo, a la adopción de los materiales transgénicos tolerantes al glifosato. No obstante, la evidencia sobre estos efectos es contradictoria, según el cultivo de referencia (Gibbons et al., 2006). Como en tantos otros casos, los resultados reportados indican que la aplicación de glifosato (tecnología RR en cultivos transgénicos) no es intrínsecamente más perjudicial que la tecnología convencional, sino que el uso adecuado en las prácticas agronómicas asociadas a la misma, definen el impacto que se producirá a nivel de comunidad de malezas o especies espontáneas (Owen, 2008).

La tecnología de aplicación de glifosato no implica intrínsecamente mayores riesgos que otras tecnologías; sin embargo, la expansión del cultivo de Soja transgénica abre señales de precaución. El masivo uso de tecnología RR podría generar consecuencias negativas que reduzcan sus beneficios (Navarrete et al. 2009). Por ejemplo, el uso masivo de la tecnología RR podría llevar a la generación de malezas resistentes a glifosato (Tuesca et al. 2007, 2008); de hecho, en Argentina se reportó en el año 2005 un biotipo de *Sorghum halepense* (sorgo de alepo) resistente (Vila Aiub et al. 2007) y en 2007 un biotipo resistente de *Lolium multiflorum* (Heap 2008). Cabe notar que el fenómeno de resistencia es propio de un amplísimo número de moléculas herbicidas, y reconocido en la literatura desde hace más de 40 años, mucho antes de que el glifosato alcanzara la difusión masiva que hoy se le reconoce.

Información ecotoxicológica del Glifosato

El glifosato es uno de los productos sobre los que se reporta mayor número de indicadores ecotoxicológicos (más de 26), lo que indica una minuciosa evaluación de su riesgo (Cuadro 1). En líneas generales el producto se clasifica en el grupo (v), que normalmente no ofrece peligro (Clase IV) y de baja toxicidad sobre abejas y ligeramente tóxico para aves y peces.

Cuadro 1- Indicadores toxicológicos de herbicidas de amplio uso en Argentina

HERBICIDA	Rata		Aves	Peces	Abejas
	DL 50 aguda del principio activo en mg/kg			CL 50 aguda mg/litro de agua a las 96hs	DL 50 aguda ug (microgramos)/litro
	Oral	Dermal			
Paraquat	150	236 ¹	736,5	61,56 a las 48 hs	Moderadamente tóxico
Haloxifop R Metil	623	>2000	1159	3,47	Virtualmente tóxico
2,4D	699 (ácido)	>2000 ester ¹	1000	1,1 a las 48 hs	Moderadamente tóxico
Atrazina	2000	2000 ¹	940	4,4	Virtualmente tóxico
Glufosinato de amonio	2840	>4000 ¹	>2000	320	Virtualmente tóxico
Glifosato	5600	>5000 ¹	>3850	86	Virtualmente tóxico

¹ En Conejos

Fuente: Guía de productos fitosanitarios. CASAFE (2003) Tomo 1- Generalidades-Herbicidas, pagina 347.

La evidencia real de impacto

En Argentina, durante el año 2007 solamente, se comercializaron 200.000.000 de litros de glifosato. Frente a este nivel de uso, es esperable que el impacto sobre el medio ambiente y, eventualmente la salud humana, no debería haber pasado desapercibido. Sin embargo, sobre el medio ambiente, el glifosato y los sistemas de producción transgénicos en siembra directa que se sustentan en este herbicida, aparecen como menos nocivos que los convencionales. Nelson y Bullock (2003), evaluando la toxicidad para mamíferos, encontraron la cantidad de dosis (DL50) utilizada en sistemas convencionales de soja en Estados Unidos era hasta 10% mayor que la cantidad de dosis (DL50) utilizadas en sistemas transgénicos. En Argentina, una evaluación semejante del riesgo toxicológico vinculado a los cambios en los sistemas de producción desde el año 1985 sugiere que (i) el riesgo toxicológico total real de cada hectárea productiva es marcadamente inferior en la actualidad; y (ii) la carga toxicológica asociada a la producción de granos (relación Kg producido /DLef) es actualmente mucho menor que la que se tenía en la década de los ochenta, lo que sugiere alimentos mas amigables con el ambiente y sanos en la actualidad (Cuadro 2 y 3).

Cuadro 2- Productividad y variación de la toxicidad asociada a la producción agrícola (Tn/DL total) de los planteos técnicos de una rotación tipo (TR, S_j 2^a, Mz, S_j)

	Productividad (Kg/ha)		
	Región NBA	Región SSF	Región SSF
	1985	1995	2005
Maíz	4629	6337	10066
Soja	2643	2795	3675
Soja 2 ^a	1948	2029	2689
Trigo	2762	2627	3887
Total rotación	11982	13788	20317
kg/DLef	0.02	2.06	2.73
DLef/kg	46.86	0.49	0.37

Fuente: Movimiento Crea.

Finalmente, sobre la salud humana, estudios de Monsanto en Estados Unidos, publicados en revistas de clínica médica con referato, indicaron que de 815 llamadas al programa de vigilancia de la EPA atribuibles a perjuicios ligados al glifosato, la mayor parte declaraba irritación de ojos (n: 399), de piel (n: 250) y de las vías respiratorias (n: 7), sin síntomas sistémicos. Sólo 22 casos pudieron definitiva o presumiblemente ser atribuidos a la exposición al glifosato (Goldstein, et al, 2002). En relación a esto efectos sobre la salud, es reconocido que los mismos aparecerían ligados a los detergentes o tensioactivos que acompañan la formulación que, como muchos detergentes, pueden resultar tóxicos a las células vivas.

Cuadro 3 - Planteos técnicos y toxicidad (DL50) asociada a cada uno de los cultivos en una rotación tipo (TR, S_j 2^a, Mz, S_j) en 3 décadas (1985, 1995, 2005).

Cultivo	Producto (lt.) / Principio activo
Trigo	2.4 D
	Banvel
	Misil
	Round up (barbecho químico)
	Cipermetrina
	Decis 5 (deltametrina)
Soja 2^o	Treflan
	Focus
	Sencorex
	Round Up
	Parathion
	Decis 5 (deltametrina)
	Cipermetrina
	Endosulfan

Cultivo	Producto (lt.) / Principio activo
Maíz	Atrazina
	Round Up
	2.4 D al 100 %
	Round up (barbecho químico)
	Cipermetrina
	Dual Gold
	Heptacloro
Soja	Treflan
	Basagran
	Focus
	Roundup (barbecho químico)
	Roundup
	2.4 D al 100%
	Herbadox
	Poast
	Sencorex
	Cipermetrina
	Endosulfan
	Parathion
	Decis 5 (deltametrina)

Fuente: Movimiento Crea.

Nota: Ver la ampliación de la información en el Anexo 2.

4. Cómo se regula la inscripción y uso de agroquímicos en Argentina y en otros países?

El glifosato, al igual que el resto de los agroquímicos (herbicidas, insecticidas, fertilizantes, etc.) que se comercializan y usan en nuestro país, debió satisfacer una amplia serie de estudios para su aprobación e inscripción.

Este proceso comenzó para el herbicida glifosato en el año 1971, cuando fue aprobado en los Estados Unidos de América. Luego, en 1976, fue aprobado e inscripto en el Registro Nacional de Terapéutica Vegetal, dependiente del actual SENASA, comenzando así su posibilidad de uso en Argentina.

En el año 1999 cambia la normativa vigente para la aprobación de todos los agroquímicos ya en uso y los que se inscriban a partir de ese momento. Mediante la Resolución 350/1999 del SENASA, se aprueba el nuevo Manual de Procedimientos, Criterios y Alcances para el Registro de Productos fitosanitarios en la República Argentina. Este manual detalla el conjunto de requisitos y normativas a cumplimentar por parte de las empresas para poder inscribir los agroquímicos que deseen comercializar.

Cabe aclarar que en el cuerpo de la Resolución 350/1999 se menciona al “Manual sobre el desarrollo y uso de las especificaciones FAO en productos para la Protección de Cultivos” aprobado en enero de 1999, como un conjunto de reglas objetivas a tener en cuenta, en especial en lo que se refiere a la metodología para establecer la “equivalencia de materiales”, o sea a establecer si dos muestras de una misma sustancia activa grado técnico son realmente o no la misma sustancia.

Aunque se encontraba aprobado y en uso el herbicida glifosato al momento del cambio de normativa, al igual que muchos otros agroquímicos, las empresas tuvieron que revalidar su registro,

quedando sometido así a las modernas exigencias de la legislación. Esta revalidación del producto fue aprobada tanto para la sustancia activa grado técnico como así también para los productos formulados ya registrados, ya sea que contuvieran glifosato exclusivamente o mezclas con otros productos herbicidas.

Entre los requisitos más importantes que debe cumplir una sustancia activa grado técnico para lograr la aprobación se encuentran:

(i) -Diseño de los ensayos para determinar la eficacia agronómica en el control de malezas y la fitotoxicidad del producto sobre especies deseables. A su vez, en los aspectos relacionados a su uso, se exige informar sobre organismos nocivos controlados, modo de acción sobre los organismos nocivos y sobre las plantas, ámbito de aplicación previsto (ej.: campo, invernáculo u otros), condiciones fitosanitarias y ambientales para ser usado, y estudios de resistencia (información sobre desarrollo de resistencia y estrategias de manejo); (ii) -diseño de los ensayos de residuos a desarrollar de acuerdo con los protocolos detallados en las directrices sobre ensayos de residuos de plaguicidas de la Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación (FAO); (iii) descripción de la composición cualicuantitativa de la sustancia activa grado técnico y análisis de la identidad de la sustancia activa grado técnico; (iv) en el cuerpo técnico de la presentación, además, se debe describir la identidad de la sustancia, sus propiedades físicas y aspectos relacionados a su uso, tales como sus efectos sobre los organismos plaga. En ese mismo cuerpo técnico se exige la presentación de los estudios evaluando los efectos tóxicos sobre especies mamíferos (agudos, subcrónicos y crónicos) tanto orales como por inhalación y dermales y, estudios de mutagenicidad. (v) Los tratamientos médicos propuestos y antídotos; (vi) los resultados de estudios ecotoxicológicos: efectos sobre aves, peces, abejas, persistencia en el suelo; y (vii) información sobre control de derrames y fuego, su transporte, almacenamiento, manipuleo y disposición final.

Es de destacar que, como se menciona en la Resolución 350/1999, una parte importante de la normativa está en línea con las especificaciones propuestas para el registro de producto por la FAO/OMS. Si comparamos las exigencias de SENASA para la aprobación de agroquímicos con las de la Comunidad Económica Europea (Directiva 91/414/CEE y sus posteriores modificatorias) observaríamos que, en líneas generales, las exigencias son extremadamente similares, difiriendo en algunos puntos muy específicos en los que le CEE solicita alguna información complementaria, que no está contemplada en la normativa nacional. Estas diferencias se pueden observar en relación a la identificación de la sustancia activa y sus propiedades; por ejemplo, la normativa Europea solicita el punto de destello de la sustancia y, el SENASA no lo hace.

En cuanto a las evaluaciones de toxicidad, también las exigencias son muy similares, aunque con alguna ligera diferencia; por ejemplo, la CEE exige estudios de toxicidad aguda intraperitoneal en mamíferos y, en la normativa aprobada en Argentina, esto no está especificado. Salvo estas excepciones muy puntuales, los estudios de toxicidad aguda y crónica en mamíferos solicitados son casi idénticos, así como también los de mutagenicidad y carcinogenicidad. Sin embargo, los datos médicos que se solicitan en la normativa de la CEE para el registro de productos sí son algo más extensos, solicitando información para el diagnóstico de envenenamiento. Aún así, en el resto de los puntos la coincidencia es total (Por ejemplo, la observación directa de casos clínicos, observación sobre la exposición de la población en general y estudios epidemiológicos, observaciones sobre sensibilización/alergización, etc.). Así, después de la lectura de ambos cuerpos regulatorios se puede concluir que el grado de similaridad es extremadamente alto (incluso en la terminología y en el ordenamiento de ambos), difiriendo en detalles en los que la normativa europea se destaca por ser un poco más extensa.

En este punto es necesario reconocer que, al estar el glifosato aprobado para su uso en la CEE, podemos estar seguros de que ha sido sometido a controles tanto o más rigurosos que los que

tenemos en nuestro país, los que ha sorteado de manera satisfactoria. Similarmente, la aprobación para el uso del glifosato se extiende actualmente a más de 140 países, entre ellos la mayoría de la CEE (como Holanda, Francia, Suecia, Reino Unido), Estados Unidos, Suiza, Australia, Japón, Chile, etc., países con similares o más exigentes regulaciones que las de nuestro país.

5. La agricultura, la producción de alimentos y el desarrollo

Frente a la magnitud de los cambios acaecidos en el sector agropecuario en un lapso tan breve, es atendible que mucha gente no tenga elementos para percibir las complejidades asociadas al sistema de producción y distribución de alimentos en el mundo. La búsqueda de formas de paliar el hambre de regiones entonces postergadas del planeta condujo a mediados del siglo XX, a la denominada "Revolución verde", con la se aumentó la producción de alimentos y se redujo la desnutrición del 37 al 14%. La base de esta revolución estuvo en mejores semillas (genética), mayor utilización de fertilizantes y mejores productos para el control químico de plagas y malezas, entre otros.

La producción mundial de cereales pasó de 670 millones de toneladas en 1950 (previo a la revolución verde) a 1870 millones de toneladas en el año 2000 (3 veces más), mientras que la superficie cultivada aumentó solo un 10%. Algunos afirman que, desde aquella revolución verde, los nuevos modelos productivos ocasionan un deterioro ambiental que sólo puede revertirse volviendo a antiguas prácticas, desconociendo el hecho que esto seguramente produciría una menor producción, un mayor deterioro del suelo debido a su laboreo mecánica, la pérdida de superficies productivas y mayor riesgo de hambre. De hecho, entre 1880 y 1980, en Argentina el arado y las prácticas reconocidas como convencionales, provocaron la pérdida de la mitad de la materia orgánica de los suelos, sobre la que descansa su productividad y la riqueza de sus sistemas biológicos.

En 1989 aparece la siembra directa (SD), permitiendo aprovechar los residuos de cosecha para generar suelos fértiles y productivos. Siembra directa y soja son una asociación de tecnologías que hace sustentable a la producción y elimina la erosión causada por las labranzas. El cultivo de Soja se expande en Argentina desde entonces; la soja es un cultivo de alto valor biológico utilizado para la alimentación humana y animal. En la producción de alimentos, la transformación de la proteína de la soja en proteína animal, contribuyendo así a la producción de alimentos como leche, huevos, pollo (proteína animal) es un factor clave de desarrollo de muchos países.

La producción de soja potencia la instalación de industria relacionada y esto da vida a pequeñas y medianas ciudades del interior, construcción de maquinaria agrícola, aceiteras, etc. Hoy en día aproximadamente 5 millones de personas trabajan en el campo argentino y en sus actividades relacionadas. En 1996, aparece la soja RR (transgénica, resistente a glifosato); este adelanto tecnológico permitió reducir el uso de herbicidas simplificando el control de malezas, multiplicando por 4 la producción y las exportaciones argentinas. El Glifosato, principal herbicida en este modelo productivo, posibilitó entonces la expansión de la siembra directa.

Cerca de 44 % de los suelos cultivables presentan deterioro y contaminación, en su mayor parte debido al laboreo de los mismos, la falta de uso de fertilizantes y el mal uso de agroquímicos. Sistemas productivos que ayuden a la conservación de los suelos y sus recursos, promoviendo el uso racional de insumos son clave para mantener la alimentación de nuestra gente y el mundo.

Sin embargo, es reconocido que producir y distribuir alimentos es complejo, siendo la reducción del hambre uno de los grandes desafíos del siglo. El mundo demanda lo que podemos producir. El campo produce revoluciones competitivas y sus rentas producen un crecimiento genuino de industria y pueblos.

6. Conclusiones

Es evidente que, en los últimos años, el cultivo de soja ha sido motor de impresionantes transformaciones. Con ellas, se han incorporado (i) nuevas tecnologías orientadas a planteos de alto rinde y calidad, con un manejo eficiente y responsable de los recursos y el ambiente; (ii) procesos de integración que dinamizan la cadena de valor del cultivo, el sector y los mercados; y (iii) conocimiento, capacitación y construcción de capital social, conformando una comunidad agroalimentaria que participa efectivamente de la construcción del país. De la mano de este cultivo y sus cambios, la agricultura argentina ha incorporado sistemas de producción que son más sustentables y saludables, en sentido amplio, y ha construido una visión integrada no sólo del funcionamiento y tecnología de los cultivos, sino del sector, promoviendo fuertes interacciones entre actores del ámbito público y privado.

Es reconocido que los efectos positivos de las tecnologías se recogen con su uso adecuado y responsable. La agricultura avanza hoy hacia la definición de buenas prácticas, que minimizan los riesgos al ambiente y la población, y contribuyen a mejorar la calidad de los alimentos y la capacidad productiva del agro. La idea de una práctica responsable de la actividad, la actitud del productor individual, es crucial al juzgar beneficios y perjuicios de las tecnologías.

Hoy las tecnologías que el sector opera aparecen, en sentido amplio, como mejores que las que las precedieron, con riesgos relativamente menores al ambiente y la salud humana. Pero, esta no debe ser considerada como una definición dogmática del sector. Con los cambios asociados al cultivo de soja y la agricultura, el sector agropecuario ha mostrado signos evidentes de apertura, disposición al cambio, al debate y la reflexión. En estos ejes se apoyó la búsqueda de soluciones creativas y, ciertamente, podrían mañana apoyarse nuevas respuestas, enfoques y tecnologías.

7. Referencias

- Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. (2003). Generalidades – Herbicidas. *Guía de productos fitosanitarios*, Tomo; pág. 347.
- Carrasco, A. (2009) Efecto del glifosato en el desarrollo embrionario de *Xenopus leavis*. *Laboratorio de embriología molecular (informe circulado por INTERNET)*.
- Comunidad Económica Europea. (1991). *Comercialización de productos fitosanitarios. Directiva 91/414/CEE*.
- Fundación Darsecueta (2006). Video “*El Pan nuestro de cada día*”.
- Gibbons, D.W., D-A- Bohan, P. Rothery, R.C. Stuart, A.J. Haughton, R.J. Scott, J.D. Wilson, J.N. Perry, S.J. Clark, Dawson, R.J.G. & L.G. Firbank. (2006). Weed seed resources for birds in fields with contrasting conventional and genetically modified herbicide-tolerant crops. *Proc. R. Soc. B.* 273, 1921 – 1928.
- Goldstein Daniel A., Acquavella Jhon F., Mannion Rhonda M. & D. Farmer. (2002). An Analysis of Glyphosate Data from the California Environmental Protection Agency Pesticide Illnes Surveillance Program. *Clinical Toxicology*, Volume 40, Issue 7; pag 885-892.
- Heap I. (2008). The international survey of herbicides resistant weeds. www.weedscience.org/In.asp
- Manuel-Navarrete, D., Gallopin, G.C., Blanco, M., Díaz Zorita, M., Ferraro, D.O., Herzer, H., Lathera, P., Muráis, M.R., Podestá, G.P., Rabinovich, J., Satorre, E.H., Torres, F. & E. Viglizzo. (2009). Multi-causal and integrated assessment of sustainability. The case of agriculturization in the Argentine Pampas. *Environment, Development and Sustainability* 11:621-638.
- Nelson, G.C. & D.S. Bullock (2003). Simulating a relative environmental effect of glyphosate-resistant soybeans. *Ecol. Economics* 45 (2) 189-202.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Organización Mundial de la Salud. (2004). Manual sobre elaboración y empleo de las especificaciones de la FAO y la OMS para plaguicidas. Primera edición.
- Owen M. (2008). Weed Species shifts in glyphosate-resistant crops. *Pest Manag. Sci.* 64: 377-387.
- Satorre, E. (2005). Cambios tecnológicos en la agricultura argentina actual. *Ciencia hoy*, volumen 15, Nº 87; pag. 24 - 31.
- Servicio Nacional de Sanidad y calidad Agroalimentaria. *Resolución 350/1999*.
- Tuesca D, Nisensohn L, Papa JC. (2008). Resistencia a Glifosato en Biotipos de Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense* L. Pers.) de la Región sojera Núcleo de Argentina. Resúmenes (CD) XVIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Malezas. 4 a 8 de mayo-Ouro Preto. MG Brasil.
- Vila Aiub MM, Balbi MC, Gundel PE, Ghersa CM, Powles SB. (2007) Evolution of Glyphosate-Resistant Johnsongrass (*Sorghum halepense*) in Glyphosate-Resistant Soybean. *Weed Science* 55: 566-571.

Anexo 1

Glifosato y salud humana.

(1) Analizando la base de una polémica.

Recientemente, se difundieron por Internet resultados de un informe preliminar firmado por el Dr. Andrés Carrasco (Laboratorio de Embriología Molecular; CONICET - UBA) sobre "Efecto del glifosato en el desarrollo embrionario de *Xenopus laevis*". El informe, a nuestro buen saber y entender, fue sólo difundido por Internet, es decir no registra cita de su publicación en revista indexada, ni haber sido sometido a evaluación (referato), procedimiento usual en los trabajos dentro del ámbito científico – tecnológico¹. El trabajo reporta haber observado alteraciones en el desarrollo embrionario del anfibio a partir de células sumergidas en soluciones salinas del herbicida en concentraciones hasta 5000 veces inferiores a las correspondientes al uso comercial del producto, o microinyectadas con herbicida puro. Estos resultados llevan al autor a "...inferir desde **el principio de precaución** de la ciencia médica que las alteraciones descritas (sobre *Xenopus laevis*) sean efectivamente extrapolable al efecto sobre el desarrollo de cualquier vertebrado." Sin embargo, el autor señala al finalizar su informe que "...El enfoque estratégico **no pretende ser un estudio ecotoxicológico**, sino encarar con marcadores moleculares y otras técnicas, la investigación de los mecanismos celulares propios del desarrollo embrionario normal, que pudieren estar involucrados en su alteración. **Por lo tanto (señala el autor) trata de independizar las observaciones experimentales de las variaciones del medio ambiente y de las conocidas diferencias de sensibilidad propias de las especies en su medio ambiente natural (pH, temperatura, concentraciones variables y diferentes mecanismos de absorción y excreción).**" Lo que puede interpretarse como que los métodos y procedimientos utilizados no necesariamente indican riesgo a las especies y su desarrollo sino que son un instrumento o modelo de estudio de las alteraciones posibles y los mecanismos involucrados en ellas, durante el desarrollo embrionario de una especie de anfibio. Esto aparece apoyado por la misma posición del autor al sugerir que su trabajo no es un estudio ecotoxicológico.

¹ Notas del autor: El trabajo se justifica en evidencias aisladas que, cuidadosamente, no son vinculadas al herbicida. Es reconocido en el ámbito académico que la asociación de eventos a factores no causales puede llevar a interpretaciones irreales de sucesos y sus causas.

Anexo 2

Cultivo	Producto Pcípio activo	%	Densidad kg/l	DL 50 mg/kg	1985			1995			2005		
					Dosis l/ha	DL ef/ha	DL relativa	Dosis lt/ha	DL ef/ha	DL relativa	Dosis l/ha	DL ef/ha	DL relativa
Trigo	2.4 D	100	1.6	2000	0.6	480.00	0.2400	0.35	280.00	0.1400	0.5	400.00	0.2000
	Banvel	57.71	1.2	2000	0.1	35	0.017	0.12	42	0.021			
	Misil	40	1.2	2009				0.1	24	0.0119	0.1	24	0.0119
	Glifosato (barbecho químico)	48	1.685	5000				2.5	404	0.0809	2.5	404	0.0809
	Cipermetrina	25	1.24	2000				0.1	16	0.0078	0.1	16	0.0078
	Decis 5 (deltametrina)	5	0.903	128	0.1	35	0.28						
Subtotal Trigo					0.80	550	0.53	3.17	765	0.26	3.2	844	0.30
Soja 2ª	Treflan	48	1.047	5000				0.8	80	0.016			
	Focus	3	0.93	2000				0.4	6	0.003			
	Sencorex	48	1.28	322	0.6	1145	3.56	0.6	1145	3.555			
	Glifosato	48	1.685	5000							3	485	0.10
	Parathion	80	1.26	2	0.5	252000	126000						
	Decis 5 (deltametrina)	5	0.903	128	0.15	53	0.41						
	Cipermetrina	25	1.24	2000				0.3	47	0.023	0.3	47	0.02
	Endosulfan	35	1.064	359				1	1037	2.889	0.7	726	2.02
Subtotal Soja 2ª					1.25	253198	126004	3.1	2315	6.5	4.0	1258	2.1
Maiz	Atrazina	50	0.45	4000	3.9	219	0.055	4	225	0.056	3	169	0.04
	Glifosato	48	1.685	5000							2	324	0.06
	2.4 D al 100 %	100	1.6	2000							1	800.00	0.40
	Glifosato (barbecho químico)	48	1.685	5000				4	647	0.129	4	647	0.13
	Cipermetrina	25	1.24	2000				0.1	16	0.008	0.1	16	0.01
	Dual Gold	96	1.11	2267	1.6	752	0.33	1.2	564	0.249	1.2	564	0.25
	Heptacloro	99	1.6	65	2.2	53612	825						
Subtotal Maiz					7.70	54584	825	9.3	1452	0.4	11.3	2519	0.9
Soja	Treflan	48	1.047	5000				2	201	0.04			
	Basagran	39.3	1.22	1110				0.8	346	0.31			
	Focus	3	0.93	2000				0.4	6	0.003			
	Glifosato (barbecho químico)	48	1.685	5000				3	485	0.097	5	809	0.16
	Glifosato	48	1.685	5000							3	485	0.10
	2.4 D al 100%	100	1.6	2000							0.5	400.00	0.20
	Herbadox	33	1.06	1250	1	280	0.22						
	Poast	18.4	0.906	4920	2	68	0.01						
	Sencorex	48	1.28	322	0.4	763	2.4						
	Cipermetrina	25	1.24	2000				0.6	93	0.047	0.6	93	0.05
	Endosulfan	35	1.064	359				1	1037	2.889	1	1037	2.89
	Parathion	80	1.26	2	0.5	252000	126000						
	Decis 5 (deltametrina)	5	0.903	128	0.15	53	0.4						
Subtotal Soja					4.05	253164	126003	7.8	2168	3.4	10.1	2824	3.4
Total Rotación					13.80	561495	252833	23.37	6699	10.6	28.6	7445	6.7