



## AGROECOLOGÍA Y AGRICULTURA INDUSTRIAL: ¿DOS CULTURAS IRRECONCILIABLES?

Roberto J. Fernández<sup>1</sup>, Pablo Rush<sup>2</sup>, M. Cristina Plencovich<sup>3</sup>

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Av. San Martín 4453, (C1417DSE) C.A. Buenos Aires, Argentina,

<sup>1</sup>Cátedra de Ecología e IFEVA, UBACONICET, <sup>2</sup>Cátedra de Genética; <sup>3</sup>Área de Educación Agropecuaria.

E-mail: fernandez@agro.uba.ar

Recibido: 24/05/19

Aceptado: 04/09/19

### RESUMEN

La agronomía tradicional está siendo crecientemente cuestionada, oponiéndosele argumentos agroecológicos que para muchos resultan de validez dudosa por “maniqueos” o “ideologizados”. Aquí hacemos explícitos los principales postulados en pugna para clarificar las desavenencias más frecuentes, intentando separar los datos objetivos de las tomas de posición más subjetivas. Analizamos la efectividad de aumentar la producción para reducir el hambre y la pobreza, los peligros del uso de agroquímicos sintéticos, la necesidad de intensificar el uso de la tierra (disputa *land sparing vs. land sharing*), la conveniencia de ampliar la diversificación del paisaje en parcelas y unidades productivas de menor tamaño y más controladas, y los costos ambientales y sociales de la expansión del área cultivada y el uso de organismos genéticamente modificados. Argumentamos que las principales diferencias entre estas visiones o posturas no se dan en los argumentos científicos, sino que se relacionan con el rol que se pretende que juegue el sector agropecuario, tanto en cada jurisdicción como en el país en su conjunto, y la consiguiente canalización de los esfuerzos de investigación, desarrollo y extensión. Creemos que esta polarización no es necesaria, y de hecho es contraproducente para que se den muchos cambios necesarios y algunos de ellos muy urgentes. Concluimos con una invitación a usar el término ideología en su sentido más amplio y útil (el de cómo debiera ser el mundo) y no como un tabú o fin de las discusiones, sino como el punto de partida para repensar en conjunto los sistemas de producción.

**Palabras clave:** agroquímicos, cambios en el uso del suelo, conflictos ambientales, investigación-acción participativa, organismos genéticamente modificados (OGM)

## AGROECOLOGY AND INDUSTRIAL AGRICULTURE: TWO IRRECONCILABLE CULTURES?

### ABSTRACT

Traditional agronomy has been increasingly criticized by many people who in turn advocate for agroecological arguments that sometimes hinge upon questionable, Manichaeian, or ideological concepts. In this study, we seek to make explicit both arguments. We intend to clarify the most frequent disagreements, trying to separate value judgements from objective facts. We analyze the effectiveness of increasing production to reduce hunger and poverty, the risk of using synthetic agrochemicals, the need for land-use intensity (*land sparing vs. land sharing* dispute), and the convenience of diversifying the landscape by means of smaller and more diverse and controlled plots and farms. We also consider the environmental and social costs of the expansion of the cultivated area and the use of genetically modified organisms. We argue that the main differences between these positions are not based on scientific grounds, but on the role that agriculture is expected to play, locally and nationally, and on the consequences these opposing views may bring about on research, development and extension. We believe that this is an un-

necessary polarization and in fact counterproductive for many necessary changes, some of them urgent. We conclude with an invitation to use the term ideology in its broadest and useful sense (the way we think how the world should be) and not as a taboo word, or to cut short the discussions, but rather, as the starting point to redesign current production systems.

**Key words:** agrochemicals, environmental conflicts, genetically modified organisms (GMO), land use change, participatory research

*Sólo es estimable la preocupación por lo que debe ser cuando [se] ha agotado el respeto por lo que es.*  
José Ortega y Gasset (1883-1955)

## INTRODUCCIÓN

Las innovaciones tecnológicas iniciadas a mediados del siglo XX, conocidas como la Revolución Verde, uniformizaron los sistemas de producción a escala planetaria y permitieron que la producción agrícola creciera a la par de la población mundial (Pellegrini y Fernández, 2018). Casi desde su inicio, se percibió la falta de sustentabilidad de este modelo "productivista" basado en un elevado uso de insumos dependientes del petróleo y de otros recursos no renovables (Feldman y Biggs, 2012). La FAO, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas de eliminar el hambre y reducir la pobreza, ha resaltado recientemente la necesidad de nuevas tecnologías que satisfagan las necesidades de las poblaciones más desfavorecidas a la vez que protejan el ambiente (FAO *et al.*, 2018).

Sin embargo, aunque es relativamente fácil aceptar la necesidad de cambios profundos en el modo de producir alimentos (como lo plantean, por ej., Godfrey, 2011 y GOS, 2011) es mucho más difícil ponerse de acuerdo acerca de la dirección concreta a seguir. En este sentido, aunque con importantes diferencias dentro de cada una, parece haber dos líneas principales de pensamiento. Por un lado, hay quienes están convencidos de que los cambios necesarios ya están en marcha en el contexto del paradigma actualmente predominante (que llamaremos agricultura industrial), y que con buenas prácticas dirigidas

hacia una mayor sustentabilidad se alcanzarán esos objetivos. Por otro lado, hay quienes tienen una visión diametralmente opuesta, encarnada en la agroecología, que postula que el gradualismo no es suficiente, y que hace falta una transformación mucho más profunda de los sistemas de producción, e incluso de la tenencia de la tierra.

Agroecología significa cosas diferentes en diferentes países (Wezel *et al.*, 2009), y también para distintas personas y grupos. En sentido amplio, es la aplicación de principios ecológicos para el manejo de los agroecosistemas, a lo que nadie parece oponerse. En sentido estricto, entre nosotros es una crítica al modo predominante de producción actual que va más allá de lo académico, y que se plantea como un enfoque alternativo que incluye la integración de ciencias y otros sistemas de conocimiento para guiar la investigación, la práctica y la acción social (Méndez *et al.*, 2017). Este último aspecto es el que consideran como propios, por ejemplo, los movimientos englobados en La Vía Campesina (<https://viacampesina.org>), la organización más extendida e internacionalmente visible. La agroecología tiene algunos puntos de contacto, pero también muchas diferencias, con la agricultura orgánica, que aquí no discutiremos pero que, al igual que el paradigma agroindustrial, puede incluir grandes escalas y formas de producción altamente demandantes de insumos.

El propósito de este artículo es hacer explícitos los principales postulados en pugna, para intentar clarificar las diferencias entre la agroecología y la agronomía tradicional predominante. Analizaremos las desavenencias a través de los argumentos esgrimidos frecuentemente desde uno y otro lado (Cuadro

1), intentando separar en lo posible los datos (lo positivo) de las tomas de posición (lo normativo). Esto no es tan sencillo como podría esperarse *a priori* (e.g. Scheufele 2014; Fernández, 2016; Nogués, 2018), cuestión que ejemplificaremos en particular para el caso de los agroquímicos, el uso de la tierra, y los

organismos genéticamente modificados (OGM). El compendio resultante es inevitablemente incompleto, pero creemos que resulta necesario para contribuir a una mayor comunicación entre ambos campos, hoy claramente distanciados (Fernández y Plencovich, 2012).

**Cuadro 1.** Polarización entre las dos culturas, campos o “tribus” del agro: resumen de las visiones extremas en temas relacionados con las tecnologías de producción, el medioambiente y la alimentación.

	<b>Agricultura Industrial</b> <i>-- hoy convencional, heredera de la Revolución Verde</i>	<b>Visión Agroecológica</b> <i>-- visión alternativa, énfasis en “lo verde y justo”</i>
<b>HAMBRE y POBLACIÓN</b>	<p>Ia. La agricultura moderna nos está permitiendo alimentar más gente que nunca; tarde o temprano se beneficiará todo el mundo.</p> <p>IIa. Malthus estaba equivocado: la población y el estándar de vida pueden seguir creciendo.</p>	<p>Ib. Mayor producción de alimentos no significa comida para todo el mundo: 800 millones de personas todavía carecen de una alimentación que les permita conducir una vida activa y saludable.</p> <p>IIb. La capacidad de carga sustentable no sólo es finita, sino que ya ha sido ampliamente superada.</p>
<b>BIOTECNOLOGÍA</b>	<p>IIIa. La biotecnología está y seguirá obrando milagros (...siempre aparece una “solución tecnológica”).</p> <p>IVa. La protección de la propiedad intelectual es crucial para asegurar inversiones en biotecnología –se necesita cobertura legal.</p>	<p>IIIb. Los OGM deben suprimirse –los riesgos son demasiado altos; por ej., cruzamientos con variedades localmente adaptadas.</p> <p>IVb. Diez compañías privadas controlan más de 2/3 de las ventas de semillas – patentar la vida es “biopiratería”.</p>
<b>INTENSIFICACIÓN y USO de la TIERRA</b>	<p>Va. No existe alternativa a la agricultura industrial; cualquier otra opción alienta el regreso a un pasado idealizado que nunca existió – ahora, es cuestión de Buenas Prácticas.</p> <p>Vla. Prioricemos la producción, la gente necesita comer; el uso de insumos industriales permite liberar tierras para conservar (<i>land sparing</i>).</p> <p>VIIa. No hace falta desarrollar nuevos cultivos; basta con mejorar los actuales.</p> <p>VIIIa. Las parcelas de mayor tamaño y uniformidad permiten reducir los costos y aplicar tecnologías bien desarrolladas.</p>	<p>Vb. Solamente el cultivo orgánico o agroecológico es sustentable; los problemas de la implementación a gran escala de la Revolución Verde son ya inaceptables – ¡basta de agrotóxicos!</p> <p>Vlb. Prioricemos la conservación de los ecosistemas; para poder vivir la gente necesita un planeta que funcione.</p> <p>VIIb. La respuesta a la pérdida de biodiversidad y soberanía alimentaria está en la diversificación de la producción (<i>land sharing</i>).</p> <p>VIIIb. Las parcelas de menor tamaño mejoran el arraigo, permiten manejos más adecuados, y tienen mayor rendimiento.</p>
<b>ENERGÍA</b>	<p>IXa. Aun si fuese cierto que está agotándose el petróleo, ya se desarrollarán energías alternativas prácticas para reemplazarlo.</p> <p>Xa. Los biocombustibles son parte de la solución a la escasez de energía.</p>	<p>IXb. La solución a la crisis energética está en incrementar el consumo de alimentos producidos localmente y con bajos niveles de insumos.</p> <p>Xb. Los biocombustibles son parte del problema de alimentar económica y sustentablemente al planeta.</p>
<b>LAISSEZ FAIRE? “dejar hacer?”</b>	<p>XIa. El único modo de avanzar es con más ciencia motorizada por la perspectiva de ganancias.</p> <p>XIIa. La pregunta es cómo producir – el mercado define qué producir.</p>	<p>XIb. Con el “<i>business as usual</i>” lo único que estamos globalizando es el hambre.</p> <p>XIIb. La pregunta es qué, para qué, y para quiénes producir.</p>

## DEBATES Y DESENCUENTROS

### **Hambre y Producción**

Ambas afirmaciones de la Cuadro 1, fila I, pueden ser verdaderas. Bien distribuidos, los alimentos que se producen mundialmente son suficientes, pero hay un escandaloso problema de distribución o 'acceso', como eufemísticamente se lo llama (FAO, 2018). Las desigualdades sociales son enormes, y las que hay entre grupos dentro de cada país pueden ser tan grandes como las que hay entre países (Firebaugh, 2006). Esto subraya la fragilidad de los argumentos en favor de los aumentos en productividad por sobre otros tipos de acciones (Feldman y Briggs, 2012). Hace tiempo que la mayoría de los alimentos se han transformado en *commodities*, es decir se han mercantilizado; pero durante este siglo, además, se han financieroado, acentuando la desigualdad de distribución de ingresos en perjuicio de los productores (Carolan, 2018). Lo que es anti-intuitivo es que la proporción de pobres es mayor en el campo, adonde se producen los alimentos, que en los centros urbanos (para América Latina, alrededor de 50 vs. 25%, respectivamente; CEPAL 2018).

Hay dos problemas globales adicionales, no mencionados en la Cuadro 1, uno relacionado con la cantidad y otro con la calidad de los alimentos. El primero es el desperdicio de comida, el que es muy alto (cerca del 30%) y en parte puede enfrentarse con agro-logística (Viglizzo, 2017; Carolan, 2018). El otro es que estamos dejando atrás un mundo con demasiadas personas que no cubren las calorías necesarias y entrando a otro con demasiadas personas que las cubren con alimentos pobres en nutrientes, lo que sumado al consumo excesivo de productos de origen animal y procesados ha derivado en un aumento de la obesidad, enfermedades cardiovasculares, y diabetes (Gordon *et al.*, 2017; Willett *et al.*, 2019).

### **Población y Capacidad de Carga**

Se cuenta que cuando a Norman Borlaug, padre de la Revolución Verde, un periodista le

preguntó si pensaba que Malthus (1798) había estado equivocado, su respuesta fue que los avances del siglo XX sólo nos habían permitido ganar tiempo. De todos modos, la controversia planteada en la fila II de la Cuadro 1 ya no tiene mucho sentido, dado que por primera vez en la historia luego de la Gran Hambruna y la peste bubónica del siglo XIV, la población humana está dejando de crecer. Lo llamativo es que el motivo de tal estabilización no es ninguna de las terribles causas predichas por Malthus y relacionadas con la saturación de la capacidad de carga (guerra, hambre y enfermedad). Estamos ante una transición demográfica: luego de haber disminuido la tasa de mortalidad, sobre todo de mortalidad infantil, a lo largo del siglo XX, ahora empieza a disminuir también la tasa de natalidad. A diferencia de lo esperable si esto fuese resultado de la escasez de recursos, estas tasas ya se han igualado, e incluso empiezan a verse disminuciones de la población, en los países y grupos con mayores ingresos *per cápita*. Eventualmente, esto llevará a una estabilización en el número a escala planetaria pero no necesariamente a escala nacional o continental, posiblemente contribuyendo a mayores presiones migratorias.

¿Esto significa que aún no hemos alcanzado la capacidad de carga del planeta en términos de producción de alimentos? Aun sin considerar otros servicios ecosistémicos esenciales, posiblemente sí la hayamos alcanzado hacia fines del siglo XX, pero no es fácil acordar sobre un número para ese nivel poblacional de saturación, ya que éste es un resultado agregado que surge de lo que ocurre en áreas y regiones con contextos muy heterogéneos biofísica y socialmente. Manteniendo la ingesta de calorías y proteínas actual, e incluso las proyectadas para el año 2050, y reduciendo los desperdicios, el planeta podría alimentar a los 8 a 10 mil millones de personas esperadas (e.g. Tilman 2011; Hunter *et al.*, 2017; Viglizzo 2017; sin embargo, ver Hall y Richards 2013). La pregunta es

si se las puede alimentar sustentablemente (Willett *et al.*, 2019).

Para calcular los impactos ambientales de la producción y consumo de alimentos (su *huella* por persona, o por gramo o caloría consumidos) se le suele dar importancia a dos aspectos. En primer lugar, al principio ecológico general según el cual se necesita menos energía solar (y por lo tanto menos área total) para producir una caloría de alimentos de origen vegetal que una de origen animal—con más diferencia aún si ésta involucra un tercer nivel trófico por provenir de animales carnívoros (como la trucha), huevos o leche. Pero no debe perderse de vista que la ganadería es una actividad que permite generar proteínas de alta calidad en muchas áreas no aptas para hacer cultivos. En segundo lugar, es cada vez más popular la idea de consumir alimentos producidos localmente, para reducir las “*food miles*” (kilómetros hasta el plato). Un refinamiento del cálculo del impacto requiere separar como mínimo el medio de transporte, ya que la vía terrestre, sobre todo por ruta, incide mucho más que la fluvial o marítima.

Sin embargo, el tipo de alimento y la distancia no suelen ser los únicos factores a tomar en cuenta, y muchas veces ni siquiera los principales. La energía para producir alimentos en los sistemas actuales proviene primariamente del sol, pero para su mejor aprovechamiento la agricultura industrial le agrega un alto nivel de subsidios antrópicos (casi siempre con base en energía fósil, proveniente de fotosíntesis pasada; Pellegrini y Fernández, 2018). Los subsidios son aún mayores, por ejemplo, si el cultivo se hace bajo riego, fuera de estación (por ej., con calefacción) o, en el caso de la producción de carne o leche a partir de rumiantes, si se los alimenta con granos. En resumen, en lugar de aspectos parciales o llamativos del sistema de producción, se debe enfatizar su huella a través del *ciclo de vida* completo del producto (Carolan, 2018) o la actividad (Idígoras, 2018). Esa huella debe incluir también, toda vez que co-

rresponda, la cadena de frío, el procesamiento industrial, y la disposición de residuos (Pelletier *et al.*, 2011; Woods *et al.*, 2010).

### **Biotecnología y OGM**

El terreno en el que quizá esté más claro el papel de los prejuicios por sobre el de los juicios es el de la biotecnología (Cuadro I, filas III-IV), la que ha permitido lograr organismos genéticamente modificados (OGM), en particular los transgénicos —organismos que incluyen en su genoma genes de una especie diferente. Como mínimo, hay dos tipos de argumentos que involucran valores, es decir premisas no científicas, para oponerse a estas tecnologías. El primero es el más abstracto y a la vez el más fuerte: pensar que la transgénesis es mala por ser antinatural (un caso de fundamentalismo naturalista; Folladori, 2005). De ahí proviene la expresión “*Frankenfood*”, es decir comida concebida a la manera de un monstruo, como Frankenstein. Este argumento no sería aplicable al caso de otras intervenciones biotecnológicas, como la edición génica. El segundo argumento es la vinculación entre los OGM más difundidos (soja, maíz y algodón “RR”, por Roundup Ready) y las patentes que le dieron el monopolio a la multinacional Monsanto para difundir mundialmente el uso de su propio herbicida, el Roundup (cuyo principio activo es el glifosato). Al estar los primeros OGM comerciales asociados con algo que muchos consideran perverso (una empresa multinacional, con enormes recursos a su disposición y enfocada en las ganancias pecuniarias), también se los califica como algo esencialmente malo (Pellegrini, 2013), aunque lo desarrolle sin fines de lucro una ONG o una institución pública. Por otro lado, el uso de bacterias y hongos genéticamente modificados para producir fármacos (por ej., insulina y somatostatina), iniciado en la década de 1970 y también con enormes beneficios para grandes empresas, no parece haber recibido tantas críticas.

Otros cuestionamientos relacionados con los OGM son más pasibles de ser discutidos científicamente. Uno de ellos es la supuesta peligrosidad de consumir alimentos que incluyan como ingredientes granos de OGM o sus derivados (harinas, aceites). Los consumidores están en todo su derecho a negarse a consumirlos, pero un estudio tras otro ha demostrado que no hay riesgos. El consenso dentro la comunidad científica es inmensamente mayoritario, y aún así la idea de la peligrosidad de ingesta de OGM ha continuado su expansión, llevando a la industria alimentaria a resistir los reclamos para un etiquetado diferencial (Pellegrini, 2013). Este caso recuerda al de los temores frente a las vacunas y la negación del cambio climático, muy influenciados por la ideología y los prejuicios (Nogués, 2018), aunque comparativamente, para este aspecto de los OGM, la formación científica parece funcionar como mejor antídoto (Drummond y Fischhoff, 2017; Marvier 2017; Fernbach *et al.*, 2019). Dedicar demasiado esfuerzo a confirmar algo tan bien establecido contribuye a la confusión y nos aparta de enfocarnos en otros aspectos importantes del problema (cuando es adrede, constituiría una *posverdad dolosa*; Nogués, 2018).

Por otro lado, hay información científica preocupante sobre los riesgos de favorecer el monocultivo de especies de muy escasa variabilidad genética con genes de resistencia al efecto de herbicidas (RR) y plagas (toxinas *Bt*). Inicialmente, se argumentaba que estas tecnologías iban a permitir reducir el número y la carga tóxica de los agroquímicos aplicados, pero por su enorme difusión (millones de hectáreas) se fomenta la evolución de insectos y malezas resistentes (como ya lo advertía Alberto Soriano, 1975) -tal como en medicina lo hace el uso indiscriminado de antibióticos de amplio espectro. Esto está llevando a que se requiera un uso cada vez mayor de productos, lo que se suma a las desventajas económicas de la monoproducción y las ecológicas de la agricultura conti-

nua, en parcelas sin casi rotación entre cultivos y menos aún con ganadería.

### **Tecnologías Químicas**

Otro punto de gran fricción es el de los productos agroquímicos o, más estrictamente, fitoterápicos o fitosanitarios (Cuadro 1, fila V). En este sentido, el más emblemático es el ya mencionado glifosato, el herbicida más usado en el mundo y la Argentina, que ha sido clasificado por la Organización Mundial de la Salud como "probablemente cancerígeno para los seres humanos" (banda verde = "normalmente no presenta peligro" para el SENASA). Por un lado, se esgrime que ése es el mismo nivel de toxicidad asignado al café. Por el otro, hay denuncias en libros como los de Soledad Barruti (2013) y programas de la TV Pública argentina de 2013 (e.g. <http://dante.tvpublica.com.ar/articulo-a/los-agroquimicos>) que lo señalan como la causa de muchas afecciones, a veces muy serias, en la población rural -posición avalada por varias sentencias judiciales (por ej., la del Barrio Ituzaingó en Córdoba). Estas dos visiones no son necesariamente incompatibles, ya que el riesgo que representa un producto no se deriva sólo de su toxicidad intrínseca sino del grado de exposición a él que tienen los trabajadores involucrados y la población cercana (el café no se rocía desde aviones).

Una revisión realizada hace ya diez años por la Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos concluyó que hasta entonces no se habían encontrado correlaciones entre la exposición al glifosato y la incidencia de cáncer ni de otras enfermedades, salvo efectos irritativos en piel y mucosas de los trabajadores expuestos. Sin embargo, allí se citan evidencias de un aumento en la incidencia de aparición de defectos de nacimiento y de anomalías en el desarrollo de hijos de aplicadores de glifosato, señalando que "...es difícil establecer una relación causa-efecto, debido a interacciones con agentes ambientales (generalmente mezclas de sustancias) y

factores genéticos” (CNIA, 2009). Con las limitaciones inherentes a los estudios sobre seres humanos, que pueden ser epidemiológicos (correlativos), basarse en organismos-modelo (ratas) o hacerse *in vitro*, trabajos posteriores han permitido avanzar hacia conclusiones más firmes en varios aspectos de la persistencia y toxicidad de los herbicidas basados en glifosato (HBG, Caja 1). Dos puntos a destacar son los inevitables sesgos de los procedimientos que involucran datos provistos por las mismas empresas manufactureras (Mesnage y Antoniou, 2017; Nogués 2018), y la importancia de considerar no sólo la acción del principio activo aislado sino la de la formulación completa, incluyendo coadyuvantes y aditivos (Myers *et al.*, 2016; Van Bruggen *et al.*, 2018). Esto último explica, al menos en parte, la discrepancia reciente entre dos agencias reguladoras europeas sobre los riesgos de proseguir usando este herbicida (van Straalen y Legler, 2018).

Dadas las incertidumbres en la toxicidad y la exposición, a la vez que se avanza con es-

tudios mejor diseñados se deben tomar medidas precautorias. Myers *et al.* (2016) proponen reducir a 1/10 las tolerancias legales. Aun con datos más precisos y estandarizados, sin embargo, algunos confirmarán su postura en cuanto a la baja peligrosidad de la sustancia, mientras que otros argumentarán que la ausencia de evidencia no es evidencia de ausencia, y exigirán más estudios, lo que nunca está de más, en particular en lo que se refiere a los efectos de largo plazo. En este sentido, además de los estudios de toxicidad por exposición crónica de cada individuo (para los que los países más desarrollados recién establecieron protocolos en la última década), ha surgido la posibilidad de efectos transgeneracionales (Kubsad *et al.*, 2019). Los estudios locales son particularmente necesarios para avanzar en el conocimiento de la diseminación y persistencia en el ambiente de los agroquímicos (determinantes de la exposición) y las interacciones con las sustancias acompañantes en la formulación y otras intencionalmente aplicadas por su actividad

**Caja 1.** Conclusiones de los estudios más recientes sobre los herbicidas basados en glifosato (HBG). Elaborado a partir de Myers *et al.* (2016).

1. Estamos seguros de que ha habido un aumento de los residuos de los herbicidas basados en glifosato (HBG) y sus derivados (e.g. AMPA) en el agua de lluvia, las aguas superficiales y las napas; y en el suelo y los sedimentos, con mayor persistencia de la que inicialmente se creía (para Argentina, ver, por ejemplo: Lupi *et al.*, 2015; Alonso *et al.*, 2018; Heredia *et al.*, 2018; Kraemer *et al.*, 2018; Seehaus, 2019). También sabemos que hay residuos en los granos, sobre todo de soja. Se espera que estas tendencias no se atenúen dado su creciente uso como herbicidas y desecantes en cultivos y pasturas, y el aumento de las dosis en respuesta a la aparición de malezas resistentes.
2. Sabemos que en ratas los HBG provocan daños renales y hepáticos en dosis consideradas seguras por las agencias regulatorias (por ej., en Alemania y EEUU), lo que es coherente con la mayor incidencia de enfermedad renal crónica en trabajadores expuestos.
3. Hay evidencias de modelos y estudios *in vitro* que sugieren que los HBG pueden actuar como disruptores endócrinos, produciendo efectos adversos en el desarrollo, enfermedades congénitas, cáncer y enfermedades degenerativas muchos años después de la exposición. Sin embargo, para estos efectos no hay consenso sobre las dosis necesarias.
4. Existen datos que sugieren que los riesgos serían mayores durante la gestación y en niños, lo que es coherente con la mayor incidencia de enfermedades congénitas en áreas de alto uso de estos herbicidas.

biológica. Esto se debe a que, en comparación con la toxicidad intrínseca de la sustancia, estos factores son mucho más variables entre distintos países y ambientes de cultivo.

Algo que parece necesario resaltar es que la decisión de qué representa un riesgo admisible no puede tener una respuesta técnica taxativa. Como en toda solución de compromiso, las confrontaciones son inevitables y surgen de ponderar de distinto modo los riesgos vs. los beneficios económicos y de otros tipos (van Straaler y Legler, 2018). Un caso extremo pero ilustrativo es la decisión de seguir usando el insecticida DDT, altamente tóxico y persistente, para combatir los mosquitos-vectores en zonas donde el paludismo es endémico. Además, debe considerarse que una prohibición no adecuadamente planeada de un producto (e.g. el glifosato) puede inducir al aumento del uso de sustancias alternativas de mayor peligrosidad ya sea por ser volátiles, como los herbicidas hormonales, o por tener alta residualidad, como los inhibidores de la PPO (protoporfirinógeno oxidasa). Mientras tanto, la mayoría de las jurisdicciones de la provincia de Buenos Aires han establecido que las aplicaciones aéreas de pesticidas deben respetar una distancia mínima a los centros urbanos de 2 a 5 km, sin discriminar ni los productos y formulaciones usados ni las condiciones de aplicación (Dubois, 2018), mientras que en algunos casos se restringen las aplicaciones terrestres a entre 200 y 1000 m (Dubois, 2018). Dada la importancia del problema, es llamativo que todavía haya tan pocas iniciativas legales y fiscales y análisis técnicos para favorecer la reconversión de esos anillos periurbanos. En cuanto a la población expuesta, las sustancias más frecuentes en leche materna y sangre para los residentes de nuestras áreas rurales son insecticidas ya prohibidos por su alta toxicidad y persistencia en el ambiente, como DDT, HCH, heptacloro, aldrin y endosulfán (DPPBA-UNLP, 2013; Villaamil Lepori *et al.*, 2018).

Esta información no es interpretada del mismo modo desde los campos tradicional y agroecológico porque no se trata de datos neutros y asépticos, sino que se analizan con una fuerte carga valorativa y emocional. En estos casos, quién y cómo comunica puede y suele ser tan importante como los datos comunicados (Fernández y Semmartin, 2017; Nogués, 2018). Estamos preparados para incorporar fácilmente nueva información que cuadra con nuestra visión del mundo, pero no así con la que se le contrapone (Kahneman, 2012; Scheufele y Krause, 2019), en cuyo caso tendemos a ignorarla, o a cuestionar la fuente o los métodos (Fernández y Semmartin, 2017). La educación formal a veces nos ayuda a ser más objetivos, como mencionamos arriba para los OGM; pero en los temas que más nos interesan puede inducirnos a ser menos objetivos (Drummond y Fischhoff, 2017). En este sentido, son útiles los enfoques del tipo de investigación-acción participativa, en los que los sitios y momentos de observación y el análisis de las muestras es consensuado *a priori* por todas las partes interesadas (por ej., Sasal *et al.*, 2017).

### **Expansión de la Frontera Agropecuaria**

Norman Borlaug, arriba nombrado, predijo que a medida que aumentase el rendimiento agronómico de los cultivos (su producción por unidad de área), se liberaría tierra para otros usos. Esta afirmación hoy vuelve a estar sobre el tapete en una discusión que se ha planteado en términos de *land sparing* (ahorrar tierra, como en la predicción de Borlaug) vs. *land sharing* (compartir la tierra), con consideración de la necesidad de diversificación dentro de las parcelas de producción, o por lo menos del paisaje, a través de prácticas agroecológicas (Cuadro 1, filas VI-VII). Perfecto y Vandermeer (2012) han subrayado que hasta el lenguaje usado para enunciar este compromiso entre producción y conservación revela la clara divisoria entre las dos agriculturas: lo que para la visión predominante es 'agricultu-

ra de alto rendimiento', para la agroecología es 'agricultura industrial destructiva'.

Aunque durante los últimos 50 años la intensificación efectivamente permitió un aumento espectacular de los rendimientos, en parte debidos a tecnologías químicas y genéticas como las arriba discutidas, eso no produjo un ahorro generalizado del área bajo agricultura (Rudel y Meyfroidt, 2014), sino un ligero incremento global (ca. 10%), el que parece haber cesado alrededor del año 2000 (Fischer, 2018). Además, en muchos países en vías de desarrollo la intensificación coincidió con una *extensificación*, con aumentos de la superficie cultivada incluso mayores al 50%, particularmente en el sudeste de Asia y en África y Latinoamérica (Pellegrini y Fernández, 2018; Fisher, 2017). La Argentina se encuentra dentro de este último grupo, con aproximadamente una duplicación del uso, con gran parte de la expansión hacia las áreas dominadas por vegetación leñosa del centro-norte del país (Jobbágy *et al.*, 2015), causando perjuicios no sólo ambientales sino también sociales (González y Román, 2009). Lo que de un lado del alambrado es "avance de la frontera agropecuaria" del otro es pérdida de hábitat o, de modo más general, cambios en el uso del suelo, uno de los problemas ambientales más importantes y menos conocidos (excepto cuando se trata de deforestación).

Las pérdidas de biodiversidad y servicios de los ecosistemas causados por esta expansión han llevado a que, para el planeta, se postule como área máxima cultivada tolerable al 15% de la superficie continental libre de hielo (Rockstrom *et al.*, 2009), límite del que ya estamos muy cerca. Los análisis de Tilman *et al.* (2011), Waggoner y Ausubel (2011), y Viglizzo (2017), dentro de un estricto marco de agricultura industrial, muestran que globalmente no habría necesidad de más expansión. Phalan (2018), por su parte, resalta que la casi inexistencia a escala global del *land sharing* no invalida que la intensificación sea una condi-

ción necesaria para liberar tierras, lo que según él debería ser un imperativo moral.

El Plan Estratégico Agroalimentario, Agroindustrial, Participativo y Federal 2010-2020 para la Argentina (PEAA, 2010) planteó como objetivo continuar con la expansión del área cultivada con granos y oleaginosas. Por otro lado, en 2007 se sancionó la Ley Nacional Nº 26.331 de "Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos" (conocida como "Ley de Bosques") con el propósito de protegerlos junto con la diversidad que albergan. No está claro en qué medida se alcanzaron estos objetivos, pero Aguiar *et al.* (2018) de todos modos extraen varias lecciones importantes. Algunas de ellas están relacionadas con la asignación y control del financiamiento; otras, con la falta de coordinación entre provincias y entre los niveles local y provincial, recordando el modelo de Anarquía Organizada propuesto por Rudel y Meyfroidt (2014). Teniendo en cuenta que en nuestro país sigue habiendo una enorme superficie potencialmente cultivable, lo que algunos ven como un riesgo y otros como una oportunidad, parece deseable que el debate instalado por la Ley de Bosques se mantenga activo, profundizando los aspectos participativos del ordenamiento territorial por ella previstos.

Un aspecto que quizá no se ha resaltado suficientemente en estos debates es el efecto de la superficie de cada empresa agropecuaria sobre los rendimientos esperables, que tienen una relación inequívocamente inversa (Barrett *et al.*, 2010). Sin embargo, el tamaño de las empresas y su consolidación (por ejemplo, a través de los "pools" de siembra) ha respondido a la lógica capitalista de las economías de escala, bajando costos y diluyendo riesgos, coherente con la homogeneización e industrialización del sector (Mastrangelo y Aguiar, 2019). Algo a lo que esta tendencia claramente no contribuye es a contrarrestar la migración del campo a la ciudad (Cuadro I, fila VIII). El PEAA (2016) arriba nombrado propuso la conveniencia de fomen-

tar el aumento de la población rural, que en la Argentina está entre el 6 y 9%, según el criterio usado para definirla.

### **CONSIDERACIONES FINALES: ¿Hay Dos Agronomías?**

En 1959, Charles P. Snow postuló su tesis de Las Dos Culturas (Snow, 2012), en la que enfatizó que la falta de comprensión del mundo de las ciencias físicas y el desdén que sentían por ellas los artistas e intelectuales de las humanidades, así como la hiper-especialización de los físicos y su falta de conocimiento sobre esos otros campos, constituían una divisoria en la comunicación que obstaculizaba la solución de los problemas del mundo. La grieta resumida en la Cuadro 1 parece tener varios elementos en común con el planteo de Snow (2012), incluyendo el entusiasmo tecnológico de la agricultura industrial contrastado al escepticismo más circunspecto de la agroecología.

Sin embargo, la lista de principios agroecológicos no representa ninguna herejía para los agrónomos herederos de la Revolución Verde: aumentar el reciclaje de biomasa y mantener el balance de nutrientes; asegurar la calidad de suelo tanto en contenido de materia orgánica como en actividad biológica; minimizar la pérdida de recursos (nutrientes, agua, biodiversidad); diversificar dentro y entre especies a nivel de finca y a nivel del paisaje; incrementar las interacciones biológicas y sinergismos; y establecer una agricultura de procesos (Nicholls y Altieri, 2011). La conservación de suelos y, más recientemente, de la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas están incluidas transversalmente en los planes de estudio de las carreras de Agronomía, con la ventaja en algunas facultades, como la nuestra, de convivir en el mismo campus con una Licenciatura en Ciencias Ambientales. Nuestra tesis es que no parece haber dos agronomías, sino un gradiente que en un extremo tiene la agroecología en sentido estricto, y en el otro una agricultura basada

fuertemente en insumos químicos, tanto fertilizantes como productos fitosanitarios, y a veces OGM. Entre las posiciones intermedias, el ejemplo más extendido es la llamada "intensificación sustentable" (Viglizzo, 2017; Garibaldi *et al.*, 2019; Kleijn *et al.*, 2019). Los agroecólogos más puristas difícilmente estén de acuerdo con esta interpretación, ya que postulan que la suya no sólo se trata de una postura técnica sino ética (Sarandón y Flores, 2014). Como suele suceder con todos los términos exitosos, agroecología y sustentabilidad están siendo apropiados por grupos y empresas que tienen poco que ver con estos principios, al punto de bastardearlos con fines de "greenwashing" e imagen corporativa. Sin embargo, considerar que la ética sólo está del lado de la agroecología lleva implícita una acusación inadmisibles para el resto de los agrónomos y productores.

Oscar Varsavsky insistía en que: "...Antes de hablar de cuánto es el desarrollo hay que saber cuál" (Carrizo y Alfonso, 2013). ¿Se está buscando abastecer de alimentos e insumos industriales al mercado local, regional o nacional? ¿Se ve al agro e industrias asociadas como una fuente de empleo y vía de arraigo? ¿Se pretende minimizar el uso de energía o los impactos en la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas por unidad de alimento producido? (*e.g.*, Jobbágy y Sala; 2014). La tecnología que es apropiada para un objetivo difícilmente lo sea simultáneamente para otros. Si definimos ideología como nuestra visión acerca de cómo es y cómo debiera ser el mundo, tanto la agroecología como la agricultura predominante encarnan posiciones ideológicas (Feldman y Biggs, 2012). Es decir que lo que constituye una "tecnología apropiada" depende del contexto físico y económico-social, pero sobre todo de los valores y objetivos colectivos ("¿para qué?" y "¿para quién?"). Por lo tanto, los desarrollos tecnológicos que se financian se basan en las respuestas, casi siempre tácitas, a estas preguntas.

La Argentina ha visto al agro, consistentemente durante más de un siglo, como proveedor de *commodities* y divisas. Es cierto que nuestros suelos y climas tienen una calidad excepcional, pero Francia y Alemania han compartido con nosotros durante más de 50 años los diez primeros lugares en cuanto a volumen total de producción sin que eso les haya impedido industrializarse. La naturalización de esta situación contribuye a que otras opciones no se busquen, y con el tiempo se considere que no pueden existir. Así, tras la agroecología hay una posición ideológica, tanto como la menos evidente de la agricultura industrial predominante. Si parece que la agroecología no puede ofrecer opciones tecnológicas viables (en el contexto actual de precios de insumos y productos, cargas fiscales y estructura de tenencia), – no es porque no pueda tenerlas (e.g., Goulet y Grosso, 2013) sino porque no es fomentada. En palabras de la retórica clásica: el *logos* que se busca y promueve no es independiente del *ethos* predominante en la sociedad.

Pretender que un productor promedio pueda actuar aisladamente en contra de la tendencia predominante es injusto (si se lo acusa como individuo de contribuir a las externalidades de la agricultura industrial), pero además poco práctico, ya que las opciones técnicas disponibles a su nivel posiblemente no sean económicamente sustentables. Las soluciones sólo pueden darse en un nivel que incluya lo social e institucional (Bacon *et al.*, 2012), idealmente incluyendo esquemas participativos de ordenamiento territorial dentro de cada jurisdicción. Un ejemplo del desconocimiento de esta complejidad es el comentario de que los problemas de hambre y pobreza podrían solucionarse dándole tierra a la gente más humilde para que la trabaje. Técnicamente esto puede hacerse viable, pero solamente si se dan muchos otros cambios que consideren el sistema socioeconómico en su conjunto (Herrero-Jáuregui *et al.*, 2018). Aunque no todos los empresarios y profesionales del agro tienen vocación política ni gre-

mial, hay propuestas que sólo pueden generarse y canalizarse a través de asociaciones de productores y asociaciones de profesionales para lograr acciones a nivel legislativo (ordenanzas municipales) y otras. Por ejemplo, que los costos de la reconversión de las actividades periurbanas no recaigan solamente en los propietarios de esas parcelas, o que los contratos de alquiler fomenten prácticas más amigables con el ambiente basadas en tecnologías de procesos.

En cuanto al modo de encarar los debates necesarios, hay mucha experiencia y bibliografía sobre el tema. En primer lugar, no pareciera ser conveniente iniciar discusiones abarcativas o que incluyan los puntos más conflictivos (Sabatier y Zafonte, 2001). Ésa es una receta para el fracaso, del mismo modo que el uso de lenguaje divisivo, que sólo restringe el diálogo y la participación de los actores necesarios, y por lo tanto favorece el *statu quo* (Fernández, 2014). En este sentido, se ha propuesto que las universidades, en particular las públicas, pueden y deben tener el papel de organizaciones -puente, que vaya más allá de la formación profesional y la generación de conocimiento científico-técnico (Fernández *et al.*, 2017; Cvitanovic *et al.*, 2018). Esto es necesario porque los problemas ambientales son también, o sobre todo, problemas políticos (Parruelo, 2016; Fernández y Semmartin, 2017). Por ejemplo, si hubiese reducciones de producción debidas al uso generalizado de técnicas agroecológicas (aunque bajen los costos y mejoren los márgenes brutos), esto podría causar aumentos de precio de los alimentos que deben ser manejados de modo de equitativo.

Otro obstáculo previsible para este tipo de discusiones es la existencia del “pensamiento de grupo” uniformizante (propuesto por Irving Janis hace casi 50 años y analizado por Satorre y Plencovich, 2012, y Sunstein y Hastie, 2015), también conocido como pensamiento “de silo” o, coloquialmente, “sin salir

del *tupper*”), que hace que los participantes tiendan a abroquelarse y atrincherarse en sus posiciones, ya decididas *o parti pris*, sin permitirse escuchar voces internas disidentes o moderadas, y menos aún los argumentos del otro grupo. ¿Para qué hacerlo si se tiene razón? Un agravante, para los grupos que se consideran exitosos en términos de los valores predominantes de la sociedad, es que esas posiciones además se refuerzan por los incentivos externos, como prestigio o ga-

nancia pecuniaria (Keltner 2016). Pero si los practicantes de la agronomía predominantemente piensan que son los únicos con argumentos racionales y científicos, y quienes se inclinan hacia lo agroecológico piensan que son los únicos que de verdad están preocupados por el planeta, hay un problema que no es científico sino de desconfianza. Esto sólo se puede enfrentar con más diálogo, no menos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, S., Mastrangelo, M.E., Collazo, M.A.G., Camba Sans, G.H., Mosso, C.E., Ciuffoli, L., Schmidt, M., Vallejos, M., Langbehn, L., Brassiolo, M. y Cáceres, D. (2018). ¿Cuál es la situación de la Ley de Bosques en la Región Chaqueña a diez años de su sanción? Revisar su pasado para discutir su futuro. *Ecología Austral*, 28, 400-417.
- Alonso, L.L., Demetrio, P.M., Etchegoyen, M.A. y Marino, D.J. (2018). Glyphosate and atrazine in rainfall and soils in agroproductive areas of the pampas region in Argentina. *Science of the Total Environment*, 645, 89-96.
- Bacon, C.M., Getz, C., Kraus, S., Montenegro, M., y Holland, K. (2012). The social dimensions of sustainability and change in diversified farming systems. *Ecology and Society*, 17(4): 41. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05226-170441>.
- Barrett, C.B., Bellemare, M.F. y Hou, J.Y. (2010). Reconsidering conventional explanations of the inverse productivity-size relationship. *World Development*, 38(1), 88-97.
- Barruti, S. (2013). *Mal comidos*. Buenos Aires, Argentina: Planeta.
- Carolan, M. (2018). *The real cost of cheap food*. Abingdon-on-Thames, Reino Unido: Routledge.
- Carrizo, E., Alfonso, V. (2013). Las políticas de CyT y el “estilo de desarrollo”: un proyecto inconcluso. *Voces en el Fénix*, 24, 96-105.
- CEPAL (2019). *Panorama Social de América Latina 2018*. Santiago, Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- CNIA (2009). Donadio de Gandolfi, M.C., García, S.I., Ghersa, C.M., Haas, A.I., Larripa, I., Marra, C.A. y Ricca, A. (eds.) *Evaluación de la información científica vinculada al glifosato en su incidencia sobre la salud humana y el ambiente*. CONICET, Comisión Nacional de Investigación sobre Agroquímicos. Buenos Aires, Argentina: Editores Buenos Aires.
- Cvitanovic, C., Löf, M.F., Norström, A.V. y Reed, M.S. (2018). Building university-based boundary organisations that facilitate impacts on environmental policy and practice. *PloS one*, 13(9), e0203752.
- DPPBA-UNLP (2013). *Relevamiento de la utilización de agroquímicos en la Provincia de Buenos Aires; Mapa de situación e incidencia sobre la salud*. La Plata, Argentina: Defensoría del Pueblo de la Provincia de Buenos Aires y Universidad Nacional de La Plata. [https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/informe\\_agroquimicos\\_comprimido.pdf](https://www.agro.unlp.edu.ar/sites/default/files/paginas/informe_agroquimicos_comprimido.pdf).
- Drummond, C. y Fischhoff, B. (2017). Individuals with greater science literacy and education have more polarized beliefs on controversial science topics. *Proceedings of the National Academy of Sciences-U.S.A.*, 114(36), 9587-9592.
- Dubois, D. (2018). *Ordenanzas superadoras sobre el uso de agrotóxicos en pos de cuidar la Salud y el Ambiente*. VIII Conferencia Latinoamericana y Caribeña de Ciencias Sociales. Buenos Aires, Argentina: CLACSO. <http://www.biodiversidadla.org/Documentos/Ordenanzas-superadoras-sobre-el-uso-de-agrotoxicos-en-pos-de-cuidar-la-salud-y-el-ambiente>.
- FAO, FIDA, UNICEF, PMA y OMS. (2018). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo*. Roma, Italia: FAO.

- Feldman, S. y Biggs, S. (2012). International shifts in agricultural debates and practice: an historical view of analyses of global agriculture. En: W.B. Campbell, y S.L. Ortíz (Eds.) *Integrating agriculture, conservation and ecotourism: societal influences, Vol.2* (pp. 107-161). Dordrecht, Países Bajos: Springer.
- Fernández R.J. (2014). Decálogo del ambientalismo estéril. *Ecología Austral*, 24, 356-364.
- Fernández, R.J. (2016). How to be a more effective environmental scientist in management and policy contexts. *Environmental Science & Policy*, 64, 171-176.
- Fernández, R.J. y Plencovich, M.C. (2012). Agroecología vs. agricultura industrial: Las "dos culturas" del agro. *1er Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental*. Buenos Aires, Argentina: SACyTA.
- Fernández, R.J. y M. Semmartin. (2017). Perspectiva ecológica, perspectiva ambiental; logos, ethos y pathos. En: M.C. Plencovich, LI Vugman, y G. Cordón (Eds.). *La investigación en las Ciencias Ambientales* (pp. 69-81). Buenos Aires, Argentina: EFA.
- Fernández, R.J., Pizarro, C.A. y Plencovich, M.C., *ex aequo*. (2017). Sustentabilidad de los sistemas de producción agropecuaria: agenda y propuestas surgidas de un taller participativo. *Agronomía & Ambiente*, 37(2) 139-167.
- Fernbach, P.M., Light, N., Scott, S.E., Inbar, Y. y Rozin, P. (2019). Extreme opponents of genetically modified foods know the least but think they know the most. *Nature Human Behaviour*, 3(3), 251-256.
- Firebaugh, G. (2006). *The new geography of global income inequality*. Cambridge, MA, U.S.A.: Harvard University Press.
- Fisher, J.R.B. (2017) Global agricultural expansion—the sky isn't falling (yet). En P. Kareiva, M. Marvier, y B. Silliman (Eds) *Effective conservation science: data not dogma* (pp. 73-79). Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Foladori, G. (2005). Una tipología del pensamiento ambientalista. En G. Foladori y N. Pierri (Eds.). *¿Sustentabilidad?: desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp.83-136). Zacatecas, México: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Garibaldi, L.A., Pérez-Méndez, N., Garratt, M.P., Gemmill-Herren, B., Miguez, F.E. y Dicks, L.V. (2019). Policies for ecological intensification of crop production. *Trends in Ecology & Evolution*, 34(4), 282-286.
- Godfrey, H.C.J. (2011). Food for thought. *Proceedings of the National Academies of Science-U.S.A.*, 108, 19845-19846.
- González, M..C y Román, M. (2009). Expansión agrícola en áreas extrapampeanas de la Argentina. Una mirada desde los actores sociales. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 6(62), 99-120.
- Gordon, L.J., Bignet, V., Crona, B., Henriksson, P.J., Van Holt, T., Jonell, M., Lindahl, T., Troell, M., Barthel, S., Deutsch, L. Folke, C., Haider, L.J., Rockström, J. y Queiroz, C. (2017). Rewiring food systems to enhance human health and biosphere stewardship. *Environmental Research Letters* 12 (10), 100201. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aa81dc>.
- GOS. (2011) *Foresight: The future of food and farming. Executive summary*. Londres, Reino Unido: The Government Office for Science. <http://www.bis.gov.uk/assets/foresight/docs/food-and-farming/11-546-future-of-food-and-farming-report.pdf>.
- Goulet, F. y S. Grosso. (2013). Ciencia a demanda. Prácticas alternativas de investigación y extensión en la agronomía de los cultivos extensivos. *Pampa: Revista Interuniversitaria de Estudios Territoriales*, 9, 129-148.
- Hall, A.J. y Richards, R.A. (2013). Prognosis for genetic improvement of yield potential and water-limited yield of major grain crops. *Field Crops Research*, 143, 18-33.
- Heredia, O.S, Tejedor, M., Crelier, A.M. y Pagano, E.A. (2018). Estudios ambientales del glifosato y AMPA: distribución en suelo y agua. En E.A. Pagano (Comp.) *Impacto en el ambiente de los agroquímicos utilizados en cultivos transgénicos y evaluación de la exposición en población rural de la Región Pampeana, Argentina* (pp. 129-147). Buenos Aires, Argentina: Grupo Editor Latinoamericano.
- Herrero-Jáuregui, C., Arnaiz-Schmitz, C., Reyes, M.F., Telesnicki, M., Agramonte, I., Easdale, M.H, Schmitz, M.F, Aguiar, M.R., Gómez-Sal, A. y Montes, C. (2018). What do we talk about when we talk about social-ecological systems? A literature review. *Sustainability*, 10(8), 2950; <https://doi.org/10.3390/su10082950>.
- Hunter, M.C., Smith, R.G., Schipanski, M.E., Atwood, L.W. y Mortensen, D.A., (2017). Agriculture in 2050: Recalibrating targets for sustainable intensification. *Bioscience*, 67(4), 386-391.

- Idógoras, G. (2018). La huella de carbono y la huella ambiental, En G.Vazquez Amabile (Comp.), *Gestión ambiental: desafíos para una producción sostenible* (pp. 64-70). Buenos Aires, Argentina: AACREA.
- Jobbágy, E.G. y Sala, O.E., (2014). The imprint of crop choice on global nutrient needs. *Environmental Research Letters*, 9(8), p.084014. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/8/084014/pdf>
- Jobbágy, E.G., Grau, H.R., Paruelo, J.M., y Viglizzo, E.F. (2015). Farming the Chaco: Tales from both sides of the fence. *Journal of Arid Environments*, 123, 1-2.
- Kahneman, D. (2012). *Pensar rápido, pensar despacio*. Madrid, España: Debate.
- Keltner, D. (2016) *The power paradox: How we gain and lose influence*. Westminster, Reino Unido: Penguin.
- Kleijn, D., Bommarco, R., Fijen, T.P., Garibaldi, L.A., Potts, S.G. y van der Putten, W.H. (2019). *Ecological intensification: bridging the gap between science and practice*. *Trends in Ecology & Evolution*, 34, 154-166.
- Kraemer, F.B., Vangeli, S., Sainz, D., Castiglioni, M.G., Pagano, E.A., y Chagas, C.I. (2018). Análisis preliminar del escurrimiento y movimiento superficial de glifosato en suelos contrastantes de una cuenca de la Pampa Ondulada. En E.A. Pagano (Comp.) *Impacto en el ambiente de los agroquímicos utilizados en cultivos transgénicos y evaluación de la exposición en población rural de la Región Pampeana, Argentina* (pp. 53-93). Buenos Aires, Argentina: Grupo Editor Latinoamericano.
- Kubsad, D., Nilsson, E. E., King, S. E., Sadler-Riggelman, I., Beck, D., & Skinner, M. K. (2019). Assessment of Glyphosate Induced epigenetic transgenerational Inheritance of pathologies and sperm epimutations: Generational toxicology. *Scientific Reports*, 9(1), 6372. <https://www.nature.com/articles/s41598-019-42860-0>.
- Lupi, L., Miglioranza, K. S., Aparicio, V. C., Marino, D., Bedmar, F., y Wunderlin, D. A. (2015). Occurrence of glyphosate and AMPA in an agricultural watershed from the southeastern region of Argentina. *Science of the Total Environment*, 536, 687-694.
- Malthus, T.R. (1798). *An essay on the principle of population*. Oxfordshire, England: Oxford World's Classics.
- Marvier, M. (2017). Genetically modified crops: Frankenfood or environmental boon? En P. Kareiva, M. Marvier, y B. Silliman, (Eds) *Effective conservation science: data not dogma* (pp. 104-109). Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Mastrangelo, M.E. y Aguiar, S. (2019). Are ecological modernization narratives useful for understanding and steering social-ecological change in the Argentine Chaco? *Sustainability*, 11(13), p.3593. <https://doi.org/10.3390/su11133593>.
- Méndez, V., Caswell, M., Gliessman, S. y Cohen, R. (2017). Integrating agroecology and participatory action research (PAR): Lessons from Central America. *Sustainability*, 9(5), 705. <https://doi.org/10.3390/su9050705>.
- Mesnage, R., y Antoniou, M.N. (2017). Facts and fallacies in the debate on glyphosate toxicity. *Frontiers in Public Health*, 5, 316. Recuperado de <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00316>.
- Myers, J.P., Antoniou, M.N., Blumberg, B., Carroll, L., Colborn, T., Everett, L.G., Hansen, M., Landrigan, P.J., Lanphear, B.P., Mesnage, R. y Vandenberg, L.N. (2016). Concerns over use of glyphosate-based herbicides and risks associated with exposures: a consensus statement. *Environmental Health*, 15(1), p.19. DOI 10.1186/s12940-016-0117-0.
- Nicholls, C.I. y Altieri, M.A. (2011). Modelos ecológicos y resilientes de producción agrícola para el siglo XXI. *Agroecología*, 6, 28-37.
- Nogués, G. (2018). *Pensar con otros*. Buenos Aires, Argentina: El Gato y la Caja.
- Paruelo, J.M. (2016). El papel de la Ciencia en el proceso de Ordenamiento Territorial (y en otras cuestiones vinculadas con problemas ambientales). *Ecología Austral*, 26, 5158.
- PEAA (2010) *Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2020*. Buenos Aires, Argentina: MGAyP.
- Pellegrini, P. y Fernández, R.J. (2018). Agricultural intensification, land use, and on-farm energy-use efficiency during the worldwide spread of the green revolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences-U.S.A.*, 115, 2335-2340.
- Pellegrini, P.A. (2013). *Transgénicos. Ciencia, agricultura y controversias en la Argentina*. Bernal, Argentina: UNQ.

- Pelletier, N., Audsley, E., Brodt, S., Garnett, T., Henriksson, P., Kendall, A., Kramer, K.J., Murphy, D., Nemecek, T. y Troell, M. (2011). Energy intensity of agriculture and food systems. *Annual Review of Environmental Resources*, 36, 223-246.
- Perfecto, I. y Vandermeer, J. (2012) Separación o integración para la conservación de biodiversidad: la ideología detrás del debate "land-sharing" frente a "land-sparing". *Ecosistemas* 2, 180-191.
- Phalan, B. (2018). What have we learned from the land sparing-sharing model? *Sustainability*, 10(6), 1760. <https://www.mdpi.com/2071-1050/10/6/1760>.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., De Wit, C.A., Hughes, T., van der Leeuw, S., Rodhe, S.H., Sörlin, S., Snyder, P.K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R.W., Fabry, V.J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P. y Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2), 32. <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Rudel, T.K. y Meyfroidt, P. (2014). Organizing anarchy: The food security–biodiversity–climate crisis and the genesis of rural land use planning in the developing world. *Land Use Policy*, 36, 239-247.
- Sabatier, P.A. y Zafonte, M.A. (2001). Policy Knowledge: Advocacy Organizations. En: N. J. Smelser y B. Baltes (Eds.) *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences* (pp. 11563-11568). Amsterdam, Países Bajos: Elsevier.
- Sarandón, S.J. y Flores, C.C. (2014). *Agroecología*. La Plata, Argentina: EDULP.
- Sasal, M.C., Wilson, M.G., Sione, S.M., Beghetto, S.M., Gabioud, E.A., Oszust, J.D., Paravani, E.V., Demonte, L., Repetti, M.R., Bedendo, D.J. y Medero, S.L. (2017). Monitoreo de glifosato en agua superficial en Entre Ríos. La investigación acción participativa como metodología de abordaje. *RIA Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43, 195-205.
- Satorre, E. y Plencovich, M.C. (2012). Grupos de trabajo en acción: Un taller de posgrado. En: MC Plencovich & EA Pagano (Coord.) *Los talleres didácticos en el ámbito universitario: La lección de Agronomía* (pp. 239-250). Buenos Aires, Argentina: Editorial Facultad de Agronomía, UBA.
- Seehaus, M.S. (2019). *Análisis socioambiental del uso de plaguicidas agrícolas en el municipio de Oro Verde (Entre Ríos, Argentina). Percepción de la población y cuantificación de la deposición atmosférica de plaguicidas*. Tesis Magister Scientiae. EPG, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- Scheufele, D.A. (2014). Science communication as political communication. *Proceedings of the National Academy of Sciences-U.S.A.*, 111(Suppl. 4), 13585-13592.
- Scheufele, D.A. y Krause, N.M. (2019). Science audiences, misinformation, and fake news. *Proceedings of the National Academy of Sciences-U.S.A.*, 16, 76627669.
- Snow, C.P. (2012). *The two cultures*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Soriano, A. (1975). Gloria y miseria de las malezas de los cultivos. *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, 29, 13-34.
- Sunstein, C.R., y Hastie, R. (2015). *Wiser: Getting beyond groupthink to make groups smarter*. Brighton (MA), E.E.U.U.: Harvard Business Press.
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J. y Befort, B.L. (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences-U.S.A.*, 108, 20260-20264.
- Van Bruggen, A.H.C., He, K. Shin, M.MMai, . V. Jeong, K.C., Finckh, M.R.: y Morris, J.G. (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the Total Environment*, 616-617, 255-268.
- Van Straalen, N. M. y Legler, J. (2018). Decision-making in a storm of discontent. *Science*, 360 (6392), 958-960.
- Viglizzo, E.F. (2017). *Las dos caras de Jano*. Tigre, Argentina: De Yeug.
- Villaamil Lepori, E.C., Quiroga, P.N., Ridolfi, A.S., Álvarez, G.B., Rodríguez Girault, M.E., Piñeiro, A.E., Olmos, V., Irigoyen, M.H., Osters, J.M, Bonetto, J. y Pagano, E.A. (2018). Cultivo extensivo de especies transgénicas y exposición humana a fitosanitarios en la Provincia de Buenos Aires. En E.A. Pagano (Comp.) *Impacto en el ambiente de los agroquímicos utilizados en cultivos transgénicos y evaluación de la exposición en población rural de la Región Pampeana, Argentina* (pp. 219-294). Buenos Aires, Argentina: Grupo Editor Latinoamericano.

- Waggoner, P.E. y Ausubel, J.H (2001). How much will feeding more and wealthier people encroach on forests? *Population and Development Review*, 27, 239-257.
- Wezel, A., Bellon, S., Doré, T., Francis, C., Vallod, D. y David, C. (2009). Agroecology as a science, a movement and a practice. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 29, 503-515.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., Garnett, T., Tilman, D., DeClerck, F., Wood, A. y Jonell, M. (2019). Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, 393, 447-492.
- Woods, J., Williams, A., Hughes, J.K., Black, M. y Murphy, R. (2010). Energy and the food system. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365, 2991-3006.