

Martín Oesterheld
y María Elena Otegui

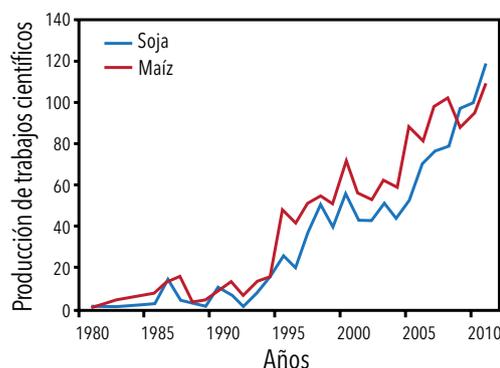
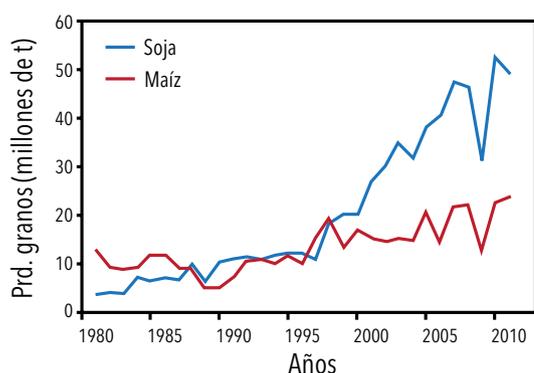
IFEVA, Instituto de Investigaciones Fisiológicas y
Ecológicas vinculadas a la Agricultura, UBA-Conicet

Algunos desafíos para las ciencias agropecuarias

Las investigaciones de los próximos años en esta disciplina dependerán de los problemas científico-tecnológicos que plantee el sector agrícola-ganadero y de la inercia de las actuales líneas de trabajo de los científicos. Los problemas del sector se encuadran en la actualidad en las perspectivas sobre la población humana, que predicen una situación alimentaria compleja y preocupante. Se estima que el 15% de la población no logra suplir sus necesidades de energía y proteína. Muchos más carecen de ciertos micronutrientes. A su vez, la población mundial alcanzará los nueve mil millones para la mitad del siglo XXI. La demanda de alimentos en cantidad y calidad crecerá más que proporcionalmente debido a cambios de hábitos alimentarios y mayor riqueza en diferentes países. Surge entonces una intranquilidad generalizada por lo que se ha llamado 'seguridad alimentaria'.

El efecto de la inercia de las investigaciones actuales sobre las futuras queda ilustrado por el hecho de que, desde 1999, la producción de soja en la Argentina superó a la del maíz hasta llegar a duplicarla en 2011; sin embargo, la generación de conocimiento sobre soja, medida por la producción de trabajos científicos sobre esta especie, recién superó a la del maíz once años más tarde, y solo por el 10%. Ante un fuerte cambio de la realidad agropecuaria, el sistema científico reaccionó con una demora significativa y aún no terminó de hacerlo. En consecuencia, la trayectoria de la disciplina en los próximos años será una combinación de una respuesta demorada a acontecimientos del pasado y de una incipiente respuesta a los problemas nuevos.

Las ciencias agropecuarias no son las únicas implicadas en la seguridad alimentaria. El estudio de la reducción de los desperdicios de alimentos, la modificación de



Evolución temporal de la producción de maíz y soja y de los trabajos científicos sobre esos cultivos en la Argentina. Fuentes: FAO y base de datos Scopus (no muy confiable antes de 1995).

dietas o los cambios de distribución de la riqueza pueden ser muy relevantes, pero exceden el campo de acción de este artículo. Aquí analizaremos algunos desafíos recientes y futuros para las ciencias agropecuarias y algunas respuestas que está dando y deberá dar esta disciplina.

Expansión y contracción del área agrícola

La mayor demanda de alimentos llevará la agricultura hacia zonas hoy no cultivadas. Si bien numerosos análisis sostienen que no hay demasiado excedente de tierra para cultivar, no toman en cuenta que muchos suelos hace treinta años considerados inaptos para ese uso hoy se cultivan en forma rutinaria. Cambios de tecnología, de condiciones climáticas y de precios han permitido el avance de los cultivos sobre lugares con enormes limitaciones productivas. Los cultivos penetraron en áreas que más frecuentemente ocupaba la ganadería. Como consecuencia, las áreas ganaderas remanentes son explotadas con mayor intensidad. El extremo de intensificación ganadera es el engorde a corral (*feed lot*), una ganadería sin tierra en la que los animales están encerrados y comen alimento balanceado.

Además del avance de la agricultura sobre nuevas tierras, el área de producción de alimentos se reducirá por competencia con la urbanización, y también con el cultivo para fines no alimentarios. El crecimiento urbano por expansión de las ciudades y colonización de áreas más

alejadas retira de la producción agropecuaria grandes superficies que mayoritariamente tienen alta calidad productiva. De manera similar, el uso creciente de los cultivos para producir combustible reduce el área disponible para producir alimentos.

Tanto el avance de los cultivos sobre tierras nunca cultivadas como la pérdida de área para la producción de alimentos plantean una gran diversidad de necesidades de investigación. El avance de la agricultura requiere conocer las condiciones ambientales de nuevas regiones, y de áreas particulares dentro de ellas. También se deben generar las variedades de cultivos adecuadas por mejoramiento genético, y crear las herramientas de manejo que se adapten a esas nuevas áreas. Se plantean preguntas sobre la sostenibilidad de estos avances y sus consecuencias sobre el funcionamiento de los ecosistemas.

La intensificación ganadera resultante de la expansión agrícola demanda conocimientos de los problemas de nutrición, sanidad y bienestar general de los animales confinados, y de las consecuencias ambientales de la mayor concentración de ganado. Pero sin llegar al nivel de confinamiento, la intensificación de la ganadería demanda conocimientos sobre nuevos forrajes, genética animal, técnicas de producción, manejo del sistema de producción y planes sanitarios.

La expansión y la contracción del área agrícola acrecienta el interés por investigar no solo la posibilidad de incorporar nuevas tierras para la agricultura sino también los patrones de variación del uso de la tierra, las bases técnicas para desarrollar sistemas de ordenamiento del territorio, y la manera en que los diversos usos afectan la sostenibilidad global y los servicios ecosistémicos en las escalas regionales y locales.

Brechas de rendimiento

Aumentar el rendimiento (producción por unidad de área) permite aumentar la producción en la misma superficie agrícola. Por ejemplo, el área cultivada con maíz en la Argentina no ha variado o incluso ha disminuido levemente en las últimas décadas. Sin embargo, la producción aumentó en forma sostenida gracias al mayor rendimiento, que fue motorizado por cambios genéticos y tecnológicos. Aun así, los rendimientos promedio suelen ser del orden del 50% menores que los alcanzables. Esa diferencia se conoce como *brecha del rendimiento*. Siguiendo el ejemplo del maíz, aun los rendimientos de las mejores zonas están muy por debajo de los potenciales obtenidos en experimentos conducidos con riego y abundante fertilización.

Las causas de la brecha son muy diversas y complejas. Una de ellas es la falta de conocimiento para aplicar los recursos necesarios de acuerdo con la heterogeneidad ambiental. Este problema es abordado explícitamente



Engorde de novillos en corral: un *feed lot* de la pampa húmeda.



Campo sembrado con maíz en la provincia de Buenos Aires.

por la agricultura de precisión, pero incluye todo el manejo de la agricultura y la ganadería. Otra causa es económica, manifestada por las relaciones entre los costos y los beneficios de alcanzar mayores rendimientos. Finalmente, en el orden institucional, las intervenciones de los gobiernos por medio de incentivos, penalizaciones, barreras arancelarias y no arancelarias, e inversión en infraestructura e investigación pueden afectar la viabilidad de cerrar la brecha.

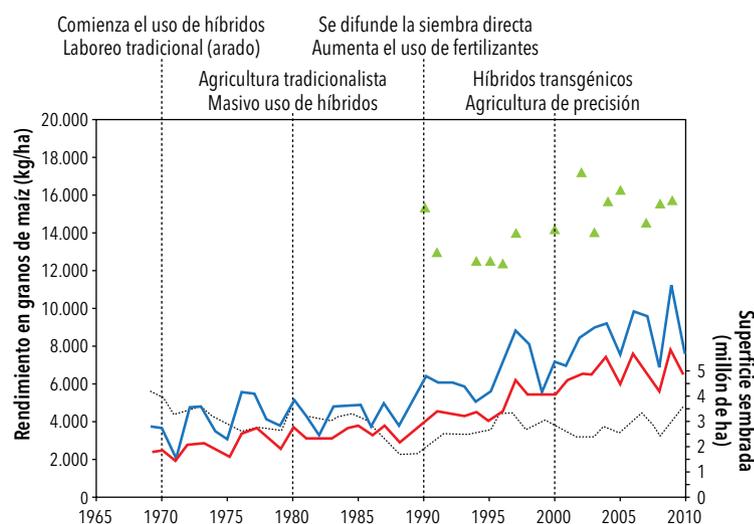
Cerrar la brecha abre numerosas líneas para investigar. Los productores deberán contar con más información sobre la heterogeneidad ambiental y el manejo apropiado para distintos ambientes. Este mayor ajuste entre manejo y ambiente demandará avances en la gestión de gran cantidad de datos, mejores pronósticos climáticos de mediano plazo, mayor conocimiento de las variaciones de las propiedades del suelo, técnicas para manejar mejor el agua, crecimiento de las tecnologías basadas en monitorización satelital de cultivos y pasturas, y modelos de simulación que incorporen esa monitorización y la vinculen con distintos escenarios ambientales y alternativas de manejo. Las investigaciones deberán relacionar lo productivo con lo comercial, particularmente para quienes deben tomar decisiones de gran escala. Es decir, una visión integrada de cadena de producción-comercialización.

Los límites del rendimiento

El mejoramiento genético ha logrado aumentar paulatinamente el potencial de rendimiento de los cultivos, es decir, el rendimiento en un ambiente con nutrientes y agua ilimitados y con malezas, enfermedades, plagas y otras fuentes de estrés controladas. En tal condición, el

potencial de rendimiento solo está limitado por la genética (además de otras cuestiones difíciles de manejar en cultivos extensivos como la radiación solar incidente o la temperatura). Sin embargo, los cultivos experimentan limitaciones en el campo que el mejoramiento genético también tiende a mitigar, como sucede con las variedades resistentes a herbicidas como el glifosato, o a plagas como los insectos barrenadores del tallo, o a la sequía.

La mayoría de los análisis son poco optimistas sobre el futuro, debido a que se observa cierto estancamiento



Evolución temporal del rendimiento de maíz (en granos, líneas roja y azul) y de la superficie cultivada sembrada con ese cultivo (línea punteada negra). La línea roja refleja el rendimiento en el país; la azul, en el partido de Pergamino. Los triángulos verdes indican el rendimiento de parcelas experimentales bajo riego y fertilización (también en Pergamino). Arriba se consignan los cambios tecnológicos más importantes de cada década. Fuentes: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, y datos de fuentes diversas recopilados por ME Otegui.

y se tiene poca esperanza en que cambios en unos pocos genes –como promete el avance de los organismos genéticamente modificados– puedan traducirse en aumentos significativos del rendimiento potencial. En los últimos años, el mejoramiento genético produjo avances sustanciales en la forma de lidiar con malezas y plagas, pero no logró aún aumentos equivalentes del rendimiento. También, tanto malezas como insectos han evolucionado hacia formas adaptadas a esas transformaciones genéticas de los cultivos, por lo que en los próximos años veremos la respuesta de los mejoradores a estas adaptaciones.

También hay una amplia ventana para la mejora genética animal. El mejoramiento tradicional por cruzamientos dentro y entre razas seguirá empujando los límites del rendimiento gracias a un gran progreso de los métodos estadísticos que cuantifican el mérito genético de los individuos, el uso difundido de la inseminación artificial y la selección más enfocada en caracteres directamente ligados al rendimiento. Además, se intensificará la selección por otras características que son demandadas con fuerza creciente: calidad de los productos, bienestar animal, resistencia a enfermedades y menores consecuencias ambientales.

Para cualquiera de estos objetivos, se espera que las técnicas de marcado molecular y de transgénesis cobren creciente importancia. Se conoce hoy el genoma completo de varias especies utilizadas en la producción animal extensiva e intensiva, y se espera que ese conocimiento revolucione el mejoramiento genético. También se ha avanzado significativamente en las técnicas para lograr animales transgénicos. De la misma manera que con los cultivos, se deberá resolver cómo los cambios genéticos

concretos se traducen en mejoras del comportamiento global del individuo y del sistema de producción.

¿Intensificación sostenible?

En definitiva, se espera que en los próximos años, en el marco descrito por los párrafos precedentes, las ciencias agropecuarias marquen rumbos para obtener más producción con menos tierra, es decir, en un contexto de intensificación. Pero esa intensificación irá acompañada por una demanda igualmente fuerte por reducir las repercusiones ambientales de la actividad agropecuaria. En un escenario de cambio climático, de aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, de pérdidas inéditas de biodiversidad y de los servicios de los ecosistemas, tanto aumentar la producción como mitigar sus consecuencias ambientales requerirá conocimiento científico y tecnológico. Así como la ciencia y la tecnología fueron cruciales para el enorme crecimiento de la producción agropecuaria en el último siglo, se espera que también lo sean ahora para solucionar este multifacético desafío. Ya se han dado pasos significativos en ese sentido, tanto en el ámbito mundial como en el local. Es especialmente alentador que en los últimos años en muchas partes se hayan unido las ciencias ambientales con las agropecuarias en un mismo departamento o facultad, lo cual favorece que tanto la investigación como la educación confluyan hacia esta demanda por una mayor producción sostenible. El desafío para todos es enorme. 

LECTURAS SUGERIDAS



GODFRAY HCJ et al., 2010, 'Food security: the challenge of feeding nine billion people', *Science*, 327: 812-818.

TESTER M & LANGRIDGE P, 2010, 'Breeding technologies to increase crop production in a changing world', *Science*, 327: 818-822.

THORNTON PK, 2010, 'Livestock production: recent trends, future prospects', *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365: 2853-2867.