



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



# AGRICULTURA INTELIGENTE

La iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en  
la producción de alimentos y energía





# AGRICULTURA INTELIGENTE

La iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía



**Agricultura inteligente : la iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía / Lorenzo R. Basso ... [et.al.]. - 1a ed. - Buenos Aires : Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, 2013.**  
124 p. : il. ; 21x15 cm.

**ISBN 978-987-1873-18-0**

1. Agricultura. I. Basso, Lorenzo R.  
CDD 630

**Fecha de catalogación: 11/09/2013**

**Forma de citar:**

Basso, L. R., C. Pascale Medina, E. S. de Obschatko, J. Preciado Patiño, 2013. Agricultura Inteligente: la iniciativa de la Argentina para la sustentabilidad en la producción de alimentos y energía. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Buenos Aires, 124 pp.

## → AUTORIDADES

**Sr. Norberto G. Yauhar**

MINISTRO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

**Ing. Agr. Lorenzo R. Basso**

SECRETARIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA

**Ing. Agr. Gino Buzzetti Irribarra**

REPRESENTANTE EN LA ARGENTINA DEL  
INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA)



Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación

## → EQUIPO DE COORDINACIÓN TÉCNICA:

**Ing. Agr. Carla Pascale Medina**

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca.

**Dra. Edith S. de Obschatko**

Especialista en Políticas y Negociaciones Internacionales  
del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

**Ing. Agr. Javier Preciado Patiño**

Director Periodístico de InfoCampo.

### Se agradece la colaboración de los siguientes funcionarios:

**Ing. Agr. Lucrecia Santinoni**, Directora Nacional de Producción Agrícola y Forestal

**Lic. Miguel Almada**, Director de Agroenergía y Coordinador Nacional Probiomasa.

**Lic. Martín Alfredo Lema**, Director de Biotecnología

**Ing. Agr. Sandra Occhiuzzi**, Coordinadora Oficina de Riesgo Agropecuario

**Ing. Agr. Carolina Lara Michel**, Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca



# → ÍNDICE

→ PRÓLOGO .....	07
→ PREFACIO .....	09
→ PRÓLOGO .....	11
→ SIGLAS .....	13
→ INTRODUCCIÓN .....	15
→ CAPÍTULO 1	
<b>CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO ARGENTINO .....</b>	<b>19</b>
Evolución de la producción .....	23
El agro en la economía argentina .....	27
La proyección futura.....	28
→ CAPÍTULO 2	
<b>PILARES DE LA AGRICULTURA INTELIGENTE .....</b>	<b>31</b>
2.1) La siembra directa .....	32
El futuro de la siembra directa.....	40
2.2) Fertilización: hacia una nutrición balanceada.....	42
El futuro de la fertilización .....	48
2.3) La intensificación sustentable .....	50
Beneficios de la diversidad.....	54
Midiendo la sustentabilidad.....	55
2.4) Genética y biotecnología.....	57
Aporte del mejoramiento al rendimiento .....	62
Biotecnología: una política de Estado .....	65
Una tecnología rápidamente aceptada .....	70
Marco institucional en el sector semillero .....	74



2.5) Agricultura de precisión y agricultura por ambientes..... 76  
    Agricultura de precisión.....76  
    Agricultura por ambientes .....82

2.6) El factor conocimiento .....86  
    El sector público en la generación de conocimiento .....89  
    Las organizaciones técnicas privadas: AACREA y AAPRESID .....92  
    Conocimiento en la red .....95  
    El perfil del productor y la formación de profesionales .....96

**→ CAPÍTULO 3**

**HACIA UNA AGRICULTURA CON MÁS INTELIGENCIA..... 101**

3.1) Promoción de la energía derivada de la biomasa .....103

3.2) Determinación de emisiones de los biocombustibles .....104

3.3) Sistema de análisis de riesgo y vulnerabilidad.....107

3.4) Ordenamiento Territorial Rural (OTR).....108

3.5) Huella de carbono y huella hídrica .....109

3.6) Impacto de los agroquímicos en el ambiente y la población .....113

3.7) Emisiones de gases efecto invernadero en la cadena de valor  
    de la carne bovina .....114

3.8) Emisiones de óxido nitroso por la agricultura .....116

3.9) Buenas prácticas agrícolas .....117

**→ CONCLUSIONES ..... 119**



## → PRÓLOGO

Enfrentamos en estos días, un marco mundial de sostenido crecimiento poblacional en un contexto de acelerado cambio global. Las demandas de más y mejores alimentos se vuelven el foco de políticas y estrategias nacionales, regionales e internacionales, con miras a alcanzar la seguridad alimentaria, garantizar la calidad de los productos y la sostenibilidad de los agroecosistemas involucrados. Este escenario acerca nuevas y numerosas demandas que es preciso abordar desde un enfoque de alternativas, anticipándose a los cambios y transformando las dificultades en oportunidades de diferenciación, diversificación productiva y generación de nuevos mercados.

En este contexto, se hace imprescindible acompañar estos cambios a través de políticas de estado activas que incentiven a los distintos sectores, fundamentalmente al sector de la Producción y al sector de Ciencia y Técnica. Promover la investigación y la capacitación permitirá continuar con el avance y la adopción de nuevas tecnologías y el desarrollo de procesos de innovación, incorporando valor agregado en origen, favoreciendo el desarrollo rural y la inclusión social.

Hay que comenzar a pensar a la agricultura como un proceso que considere los aspectos productivos, ambientales y sociales, incorporando desarrollos tecnológicos que permitan aumentar la producción de commodities, de economías regionales y de alimentos en general, de manera sustentable. En este sentido, Argentina debe asumir el rol fundamental de generar un marco regulatorio que posibilite la inversión y la apropiación, por parte de los productores, de las tecnologías desarrolladas.

Desde el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, creemos necesario seguir contribuyendo a la mejora continua y al manejo adaptativo y sostenible de los sistemas productivos. Entendemos que para que esto sea posible es necesario contar con un programa marco como el de Agricultura Inteligente que atienda las necesidades actuales y futuras, logrando un desarrollo rural armónico y contribuyendo la seguridad alimentaria a nivel nacional e internacional. En este sentido, me satisface presentar esta obra, resultado de un intenso proceso de trabajo mancomunado y participación institucional.

**Norberto Gustavo Yauhar**

Ministro de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación





**AGRICULTURA INTELIGENTE:**

LA INICIATIVA DE LA ARGENTINA PARA LA SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y ENERGÍA



## → PREFACIO

La agricultura del siglo XXI deberá desarrollarse en un mundo donde el conocimiento se ha convertido en un bien determinante del éxito o el fracaso de las naciones. Los retos que actualmente enfrenta el sector agroalimentario en el ámbito global son formidables, pero también es cierto que, como nunca antes, contamos con variadas y poderosas herramientas para hacerles frente.

Dos desafíos parecen dominar actualmente la agenda mundial de la agricultura: ¿qué hacer para poder alimentar una población que crece permanentemente? y ¿cómo hacerlo de una manera sustentable? Muchos países de América Latina y el Caribe también deben atender el reto que supone la existencia de un numeroso grupo de población que habita en los territorios rurales en condiciones de pobreza.

Para producir más eficientemente, hacerlo de manera ambientalmente sostenible e incluir a los diferentes tipos de productores, se requiere que los gobiernos definan y ejecuten políticas públicas que no solo sean adecuadas, sino también sostenibles en el tiempo.

El Programa “Agricultura Inteligente” (AI), establecido por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina con el objeto de “consolidar una agricultura competitiva y eficiente que atienda la sustentabilidad y agregue valor a la producción agropecuaria argentina”, es un ejemplo paradigmático de una visión de largo plazo, apoyada por una política de Estado, que ya ha dado resultados.

Prueba de ello es el desempeño que el sector agropecuario argentino ha tenido en los últimos años, que no solo ha logrado incrementar la producción por unidad de superficie, sino que también lo ha hecho en forma más sustentable. La siembra directa, combinada con la fertilización adecuada y la rotación de cultivos, ha permitido retener humedad en los suelos y mejorar su estructura y fertilidad. Estas buenas prácticas agrícolas también han reducido el uso de maquinaria, lo que ha brindado beneficios económicos al productor y ha contribuido a la protección ambiental, pues ha disminuido la emisión de gases de efecto invernadero.

Este modelo productivo se ha complementado eficientemente en Argentina con el uso de productos biotecnológicos, como es el caso de la semilla genéticamente mejorada, cuyo uso responsable ha disminuido la utilización de pesticidas, ha



reducido los costos de producción y ha generado cosechas más limpias en beneficio de los consumidores.

En este contexto, la agricultura inteligente hoy tiende a reemplazar la agricultura tradicional, que ha sobreexplotado los recursos naturales. La agricultura inteligente aplica el conocimiento, la innovación, los avances científicos y la voluntad política, lo que va en beneficio no sólo de los productores, sino también de todos los actores en las cadenas de valor. La agricultura inteligente también conlleva importantes beneficios ambientales, pues reduce la emisión de gases de efecto invernadero y mejora el aprovechamiento del agua.

Este texto presenta un recuento de los logros alcanzados mediante un conjunto de políticas públicas que se han aplicado a lo largo del tiempo en la Argentina, muchas de las cuales se continúan y coordinan en el marco del Programa Agricultura Inteligente. Esas políticas han permitido encontrar respuestas a preocupaciones como el aumento de la productividad, los efectos del cambio climático, el uso adecuado de los recursos fundamentales del agua y la tierra y la menor utilización de energías altamente contaminantes, entre otras. Lo más importante es que dichas respuestas han sido compartidas entre las autoridades gubernamentales (responsables de las políticas públicas) y los actores sociales, como es el caso de los productores.

Para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) es muy gratificante ser testigo y socio en la tarea de llevar a la práctica el concepto de agricultura inteligente. Agradecemos al Gobierno Argentino la oportunidad de acompañarlo en una aventura emocionante y exitosa, porque ello nos permite cumplir nuestra misión: “apoyar a los Estados Miembros en sus esfuerzos por alcanzar el desarrollo agrícola y el bienestar rural”.

**Dr. Victor M. Villalobos**

**DIRECTOR GENERAL**

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)



## → PRÓLOGO

La agricultura argentina se encuentra en una nueva etapa de desarrollo que requiere experimentar cambios para afrontar el gran desafío de proveer alimentos a un mundo fuertemente influenciado por el cambio climático. En este contexto de sostenido crecimiento poblacional y ante una creciente preocupación por la sustentabilidad ambiental y social de la agricultura, la Argentina se consolida como uno de los principales países productores y exportadores de alimentos, capaz de incrementar su producción de forma sustentable y competitiva.

Desde el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca creamos en 2011 el Programa “Agricultura Inteligente” (AI), destinado a la ejecución de acciones específicas que propicien la consolidación de una agricultura competitiva y eficiente, que atienda la sustentabilidad y agregue valor a la producción agropecuaria nacional. Esto es posible a través de mejoras continuas, de un manejo adaptativo y sustentable de la producción y de políticas activas para el sector agropecuario.

La siembra directa es uno de los hitos relevantes que aún hoy sigue marcando y caracterizando a la agricultura argentina como líder frente a los demás países. A esto se le ha sumado, en los últimos años, la agricultura por ambientes, una tecnología que permite al productor evaluar los distintos microambientes del suelo que difieren en fertilidad y donde las propiedades de la tierra varían tanto de forma horizontal como vertical. Este tipo de tecnología permite al productor mejorar la eficiencia en el uso de insumos, al tiempo que reduce el impacto ambiental.

La Argentina produce alimentos para 400 millones de habitantes en el mundo. Esto es posible a través del efecto positivo que tienen la tecnología y la biotecnología en los rendimientos. Esto puede observarse también en la producción de granos, cuyo crecimiento permitió a la Argentina el desarrollo de la industria aceitera y de los biocombustibles. El Programa AI, tiene como fin continuar en ese camino mediante la incorporación de nuevas tecnologías que permitan acrecentar los rendimientos y reducir los costos en agroquímicos y otros rubros, asegurando la sustentabilidad.

El presente libro pretende informar al lector sobre qué es y qué comprende la Agricultura Inteligente, describir y explicar sus pilares y presentar los distintos proyectos enmarcados en el Programa AI, los que son llevados adelante por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Asimismo, se hace una



caracterización de la agricultura argentina durante los últimos 40 años, destacando las principales fortalezas, así como también los desafíos en materia de producción de alimentos y sustentabilidad.

El contexto internacional actual brinda distintas oportunidades de crecimiento, y también desafíos a ser afrontados. El Programa Agricultura Inteligente aparece entonces como una solución a la necesidad de posicionar competitivamente a la Argentina en el mundo, apoyando al sector productor argentino para enfrentar los desafíos que plantean el surgimiento de nuevos indicadores ambientales relacionados al comercio, brindando mayores capacidades y recursos técnicos y creando condiciones para fortalecer la sustentabilidad de la agricultura y defender la producción argentina en los mercados. Actores públicos y privados serán clave para alcanzar el posicionamiento de la Argentina y del sector frente a los mercados y a la sociedad.

**Dr. Ing. Agr. Lorenzo R. Basso**

Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca

## → SIGLAS

**AI:** Agricultura Inteligente

**AACREA:** Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola

**AAPRESID:** Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa

**ASA:** Asociación de Semilleros de la Argentina

**BPA:** Buenas Prácticas Agrícolas

**BPG:** Buenas Prácticas Ganaderas

**CONABIA:** Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria

**CONEAU:** Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria

**EEA:** Estación Experimental Agropecuaria del INTA

**FAO:** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

**FAUBA:** Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires

**GEI:** Gases de Efecto Invernadero

**IICA:** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura

**INTA:** Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

**MAGyP:** Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la República Argentina

**OTR:** Ordenamiento Territorial Rural

**PAI:** Programa Agricultura Inteligente

**PEA<sup>2</sup>:** Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial 2020

**PROSAP:** Programa de Servicios Agrícolas Provinciales

**SAGyP:** Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la República Argentina

**SENASA:** Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria

**UCAR:** Unidad para el Cambio Rural

**TIC's:** Tecnologías de la Información y la Comunicación

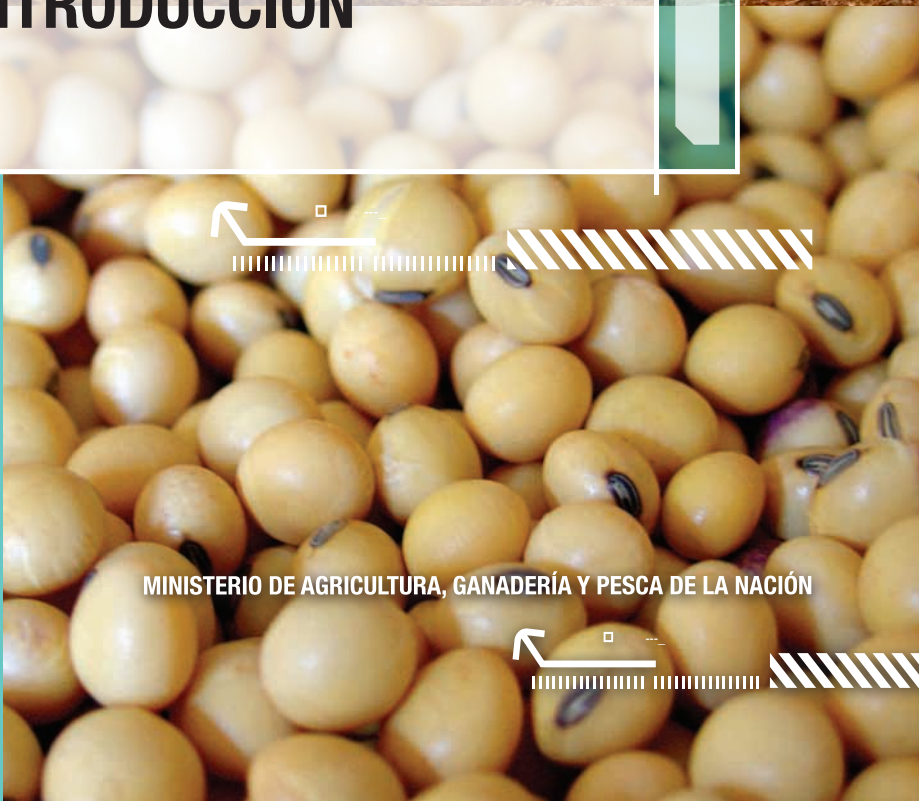


## **AGRICULTURA INTELIGENTE:**

LA INICIATIVA DE LA ARGENTINA PARA LA SUSTENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS Y ENERGÍA



# INTRODUCCIÓN



MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN





## → INTRODUCCIÓN

En marzo de 2011, con la promulgación de la Resolución 120/2011, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (MAGyP) pone en marcha el Programa "Agricultura Inteligente" (AI) con el objeto de "consolidar una agricultura competitiva y eficiente que atienda la sustentabilidad y agregue valor a la producción agropecuaria argentina".

El concepto de Agricultura Inteligente (AI) hace referencia a una agricultura de procesos, con un enfoque sistémico, que tiende a conservar o incrementar los servicios del ecosistema, que procura la mejora continua y el manejo adaptativo y sustentable de los sistemas productivos, y que permite el gerenciamiento de la heterogeneidad ambiental.

Este programa es parte de la respuesta que el Gobierno argentino busca dar al desafío de la seguridad alimentaria mundial, desde un país que se constituye como uno de los proveedores más importantes con los que cuentan los 7.000 millones de personas que habitan el planeta, y que debe incrementar su producción, en un contexto de cambio climático, y creciente preocupación por la sustentabilidad ambiental y social de la agricultura.

En este marco, la AI involucra todas aquellas prácticas que hacen al uso eficiente de los recursos y optimizan los insumos, que tienen en cuenta aspectos relacionados a un adecuado manejo del agua y del suelo, el secuestro de carbono y reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las rotaciones de cultivos y el manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, entre otras. Así la AI incorpora el concepto de agricultura por ambientes, las buenas prácticas agrícolas (BPA) y ganaderas (BPG), los estándares de calidad y el desarrollo de guías o protocolos de procesos.

En muchos casos el conocimiento y las tecnologías ya existen, debiéndose incrementar la posibilidad de que las mismas lleguen a los productores, fortaleciendo sus capacidades y propiciando su adopción, de manera de aumentar su competitividad y el agregado de valor en el proceso.



Por otra parte, el contexto internacional en lo referido al vínculo entre agricultura y ambiente lleva a que países con un claro perfil agroexportador como la Argentina enfrenten oportunidades y desafíos que, de ser atendidos, permitirán posicionarse ventajosamente en lo que hace a la sustentabilidad ambiental y productiva, al tiempo que prepara la base para una respuesta a potenciales exigencias comerciales de acceso a mercados.

Es en este marco, donde surge la oportunidad de que estos desafíos sean encarados mediante políticas activas sectoriales, tendientes a armonizar los aspectos productivos con los ambientales, en la búsqueda de un desarrollo sostenible. Si bien la sustentabilidad exige inversión y compromiso, las recompensas se miden en ahorro de costos energéticos, productos novedosos, apertura de nuevos mercados y mejora en la calidad del ambiente, tanto a escala local como global.

La Agricultura Inteligente es un avance en materia de sustentabilidad, al expandir herramientas que permitirán anticiparse a tendencias comerciales estratégicas, promoviendo al mismo tiempo proyectos innovadores.

Para el desenvolvimiento del programa, el MAGyP creó una Unidad Ejecutora de la cual participan por técnicos del gobierno nacional, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) y el Programa de Servicios Agrícolas Provinciales (PROSAP), junto con representantes de la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), la Asociación Argentina de Consorcios de Experimentación Agrícola (AACREA) y la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (FAUBA).

El programa define distintas herramientas principales, como son la siembra directa, la reposición de nutrientes, la biotecnología, el manejo por ambientes y la forestación, por mencionar solo algunas. Asimismo señala la importancia de avanzar en aspectos que contribuyen a una agricultura inteligente como son el ordenamiento territorial, el análisis de riesgo y vulnerabilidad y las buenas prácticas agrícolas y ganaderas, al igual que el desarrollo de la bioenergía.



En este sentido, desde 2009 el país cuenta con una Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas y con un Programa Nacional de Interlaboratorios de Suelos Agropecuarios, cuyo objetivo es mejorar los resultados analíticos realizados tanto en laboratorios públicos como privados.

En función de estos antecedentes, en julio de 2011, el MAGyP promulga la Resolución 570 creando el Programa Nacional de Prácticas Agrícolas Sustentables con el objeto de que prácticas como el manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas, la gestión responsable de envases de agroquímicos, la fertilización racional y la rotación de cultivos, sean adoptadas por el mayor número de productores posible.

La ejecución de dicho programa fue enmarcada en el Programa Agricultura Inteligente<sup>1</sup>.

Finalmente, el Programa AI se propone alcanzar múltiples resultados entre los que se pueden mencionar:

- » Producción agrícola y pecuaria más eficiente, competitiva y sustentable.
- » Desarrollo rural, atendiendo a la seguridad alimentaria.
- » Mejora en las capacidades del sector público y privado a distintos niveles.
- » Atención de los compromisos internacionales relacionados.
- » Mejor posicionamiento del sector agropecuario del país frente a la sociedad y a los mercados, favoreciendo el acceso a los mismos.
- » Aumento de las capacidades en el sistema de Ciencia y Tecnología.

---

<sup>1</sup> Según Resolución MAGyP 526/2012



## Capítulo 1

# Caracterización del sector agropecuario argentino



MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN



## → Capítulo 1

# CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR AGROPECUARIO ARGENTINO

En los últimos 40 años, la producción agrícola y ganadera argentina ha tenido una profunda transformación tanto en el uso de la tierra, como en la matriz productiva, la organización de los actores económicos y su inserción en el sistema agroalimentario global.

Los principales procesos se vinculan con una creciente dedicación de la tierra a los cultivos de cosecha, la expansión de la frontera agrícola, el desplazamiento de la ganadería bovina hacia regiones extrapampeanas, la intensificación pecuaria, el crecimiento de la actividad agroindustrial y la organización de los actores económicos en redes por cadena de valor.

Ingresando a la segunda década del Siglo XXI, el perfil del sector agropecuario y agroindustrial argentino puede caracterizarse por:

- » Una producción granaria que en la campaña 2010/11 alcanzó a 100 millones de toneladas, donde el 47% correspondió a poroto de soja, el 23% a maíz y el 15% a trigo, como principales producciones<sup>2</sup>.
- » Un rodeo bovino destinado a la producción de carne de 49 millones de cabezas aproximadamente, con una faena anual de 11,8 millones de cabeza y una producción de carne (equivalente res con hueso) de 2,5 millones de toneladas<sup>3</sup>.
- » Una creciente faena avícola que supera los 683 millones de pollos con una producción anual de 1,78 millones de toneladas<sup>4</sup>.

<sup>2</sup> Fuente: Sistema Integrado de Información Agropecuaria del MAGyP para la cosecha 2010/11.

<sup>3</sup> Principales indicadores del Sector Bovino. MAGyP. Datos correspondientes a 2010.

<sup>4</sup> Boletín Avícola del MAGyP. Datos correspondientes a 2011.



- » Una faena porcina de 3,4 millones de cabezas anuales con una producción de 200.000 toneladas de carne<sup>5</sup>.
- » Una producción de 9.300 millones de huevos por año<sup>6</sup>.
- » Una producción láctea de 11.600 millones de litros<sup>7</sup>.
- » Un rodeo ovino de 14,7 millones de cabezas<sup>8</sup>.
- » Primer exportador mundial de miel, jugo concentrado de limón, aceite de maní, aceite de soja y harinas de soja.
- » Segundo exportador de maíz, aceite de girasol, limón y limas, peras, preparados de maní, maní con cáscara, carne cocida, jugo de uva, sorgo, harina de girasol, yerba mate y harina de maní.
- » Tercer exportador de soja, ajo y jugo de manzana concentrado.
- » Cuarto exportador de harina de trigo, maní sin cáscara y aceitunas en conserva<sup>9</sup>.

Con esta producción, la Argentina posee un destacado rol como proveedor global de alimentos. En el caso del complejo soja, es el tercer productor mundial después de los Estados Unidos y Brasil, mientras que encabeza el ranking mundial como exportador de harinas proteicas y aceite, en base a una molienda anual que se acerca a las 40 millones de toneladas o el 80% de la cosecha.

Al respecto, el país cuenta con el mayor polo aceitero del mundo, ubicado sobre el río Paraná desde el norte de la Provincia de Buenos Aires hasta la localidad de Timbúes (Pcia. de Santa Fe). La capacidad de crushing de soja se estima para 2012 en 56,6 millones de toneladas<sup>10</sup>, volumen que supera la producción argentina de esta oleaginosa.

Asimismo, suele ubicarse en el segundo lugar como exportador de maíz y sorgo, aceite y harinas de girasol, y entre el tercer y quinto lugar en poroto de soja, harina de trigo, grano de trigo y carne vacuna.

<sup>5</sup> Anuario Producción Porcina del MAGyP. Datos correspondientes a 2011.

<sup>6</sup> Producción e Industrialización de Huevos. En Anuario Ganadero MAGyP. Datos correspondientes a 2010.

<sup>7</sup> Subsecretaría de Lechería MAGyP. Datos correspondientes a 2011.

<sup>8</sup> SENASA. Indicadores de Ganadería Ovina. Sistema de Gestión Sanitaria.

<sup>9</sup> Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial 2010-2020. MAGyP.

<sup>10</sup> Volumen de capacidad de procesamiento estimado por la Cámara de la Industria Aceitera de la República Argentina, en julio de 2012.



Por otra parte el país viene experimentando un crecimiento en la exportación del complejo de la cebada (grano y malta), complejo avícola (pollo y ovoproductos). En carne aviar, por ejemplo, la Argentina ocupaba en 2010 el séptimo lugar como productor mundial y quinto como exportador<sup>11</sup>.

Tanto los productos primarios como las Manufacturas de Origen Agropecuario tienen una fuerte participación en el conjunto de las exportaciones de la Argentina. Para 2011, expresado en millones de dólares los principales rubros eran los siguientes:

**Cuadro I:** Participación de productos agropecuarios seleccionados en las exportaciones argentinas de 2011.

RUBRO	VALOR EXPORTADO (MILLONES U\$S)
Harina y pellets de la extracción del aceite de soja	9.789
Poroto de soja	5.335
Aceite de soja en bruto	4.925
Maíz en grano	4.312
Trigo en grano	2.495
Productos lácteos	1.504
Carne bovina, refrigerada, congelada y preparaciones	1.348
Frutas frescas	1.193
Aceite de girasol	1.046
Pieles y cueros	993
Vinos	744
<b>Total Productos Seleccionados</b>	<b>33.684</b>
<b>Total Exportaciones Argentinas</b>	<b>84.269</b>
<b>Participación Productos Seleccionados</b>	<b>39,97%</b>

Fuente: INDEC, Intercambio Comercial Argentino 2011.

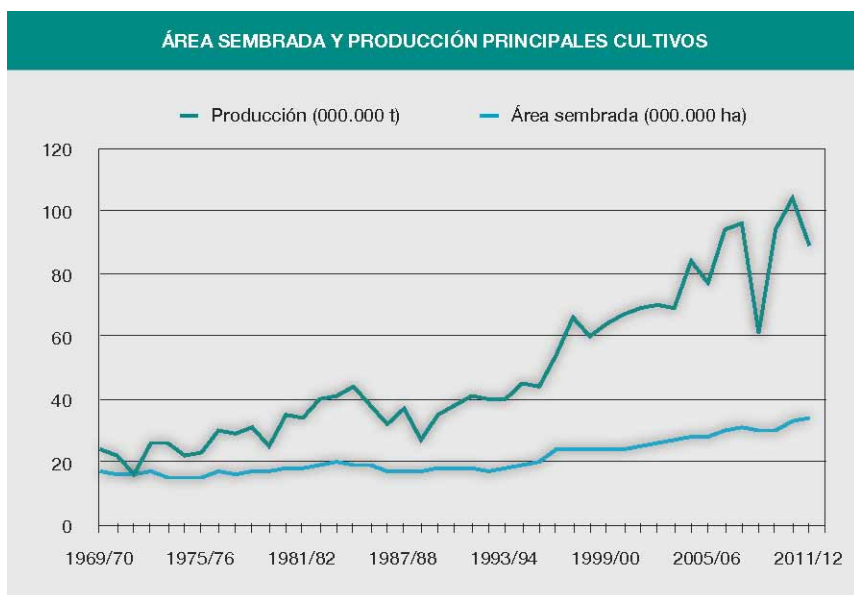
<sup>11</sup> Anuario avícola 2010. MAGyP



## Evolución de la producción

Considerando el periodo que va de la campaña 1969/70 a la 2010/11, la producción de los principales cultivos de cosecha de la Argentina<sup>12</sup> pasó de las 23 a más de 100 millones de toneladas, sobre un área sembrada que lo hizo de 17 a 33 millones de hectáreas. Vale decir que mientras la producción prácticamente se quintuplicó, la superficie no llegó a duplicarse.

Gráfico I: Evolución del área sembrada y la producción de los principales cultivos.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP, Sistema Integrado de Información Agropecuaria. Incluye algodón, arroz, cártamo, cebada, colza, girasol, lino, maíz, maní, soja, sorgo y trigo.

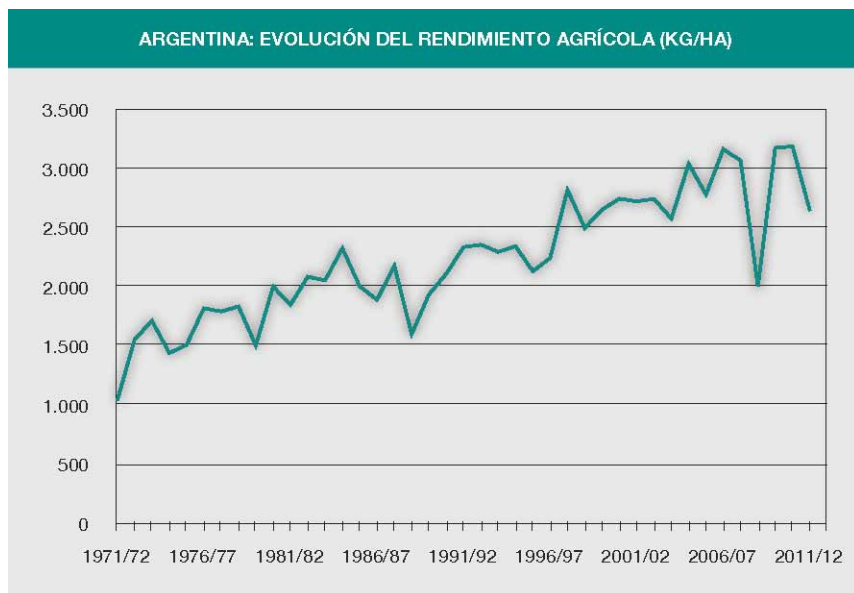
<sup>12</sup> Incluye los siguientes cereales: Cebada cervecera, trigo, trigo candeal, maíz, sorgo y arroz. En oleaginosos: Colza, cártamo, lino, soja, girasol y maní. Otros: Algodón.





Esto implica que el crecimiento de la producción de granos, se basó principalmente en el aumento de los rendimientos unitarios, que pasaron de ubicarse a principios de la década del 70 por debajo de los 1.500 kg/ha a valores de 3.180 kg/ha en la campaña 2010/11; logrando una cosecha récord de 100,4 millones de toneladas.

**Gráfico II: Evolución del rendimiento agrícola.**



Fuente: Elaboración propia en base a datos de MAGyP, Sistema Integrado de Información Agropecuaria.

Para alcanzar este desempeño convergen diferentes factores tecnológicos que incluyen el pasaje de una agricultura de labranza convencional a otra sin remoción del suelo (siembra directa), la adopción del barbecho químico y los cultivos resistentes a herbicidas y plagas, la mejora genética, la aparición de nuevos productos para la protección de la semilla y los cultivos, un creciente uso de inoculantes fertilizantes, además de las herramientas de agricultura de precisión y por ambientes.



Desde el punto de vista de la organización de la producción, también ocurren transformaciones relevantes. La producción deja de estar concentrada en la figura del agricultor tradicional para descentralizarse en asociaciones de diversa configuración, caracterizadas por coordinar el acceso al capital de trabajo para financiar la campaña de siembra y gestionar las labores, el manejo del cultivo y la comercialización.

Paralelamente se profundiza la tercerización de los servicios agrícolas, particularmente de las labores, hacia actores especializados como los contratistas de maquinaria.

El uso del suelo deja de basarse en la alternancia entre pasturas para el ganado y cultivos de cosecha, para ingresar en la agricultura continua, incluso con dos cultivos por año.

El engorde bovino a pasto (invernada) pierde preponderancia ante la irrupción de los sistemas de encierre en corral (feedlot), proceso que comienza a mediados de los 90 en consonancia con el crecimiento del área agrícola.

La cría vacuna comienza un desplazamiento hacia los ambientes donde no se puede realizar una agricultura sustentable o directamente se desplaza hacia regiones extrapampeanas como la semiárida (San Luis, Mendoza), el NOA (Salta, Tucumán, Santiago del Estero) y el NEA (Chaco, Formosa, Corrientes). Esto da origen a un cambio en el perfil genético del rodeo, pasando de una dominancia prácticamente exclusiva de las razas británicas (Angus, Hereford y Shorton) al surgimiento de razas con cruza índicas (Brangus y Braford), adaptadas a las regiones subtropicales y semiáridas donde aumenta la actividad de cría.

En forma paralela crece la adopción de prácticas de conservación de forrajes. Se incrementa la producción de cultivos para silo y surgen nuevas tecnologías como el embolsado de granos húmedos (maíz, sorgo) y forrajes mediante la utilización de silo bolsa, que acompañan los cambios en el balance entre ganadería vacuna y agricultura.

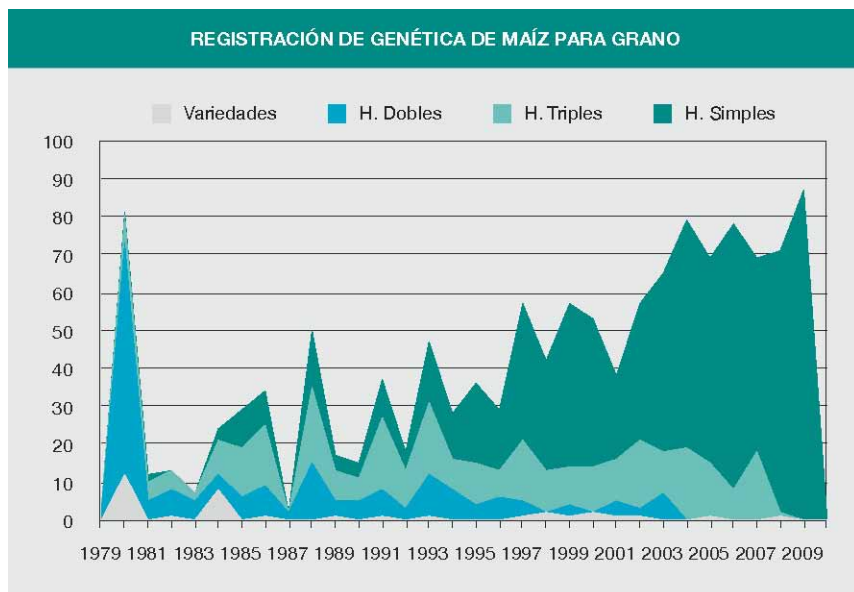
Como se mencionó, la tecnología juega un papel creciente y relevante en las dos últimas décadas para potenciar los rendimientos agrícolas.



Con la aprobación de la soja resistente a glifosato en 1996, comenzó el proceso de incorporación de la biotecnología a los cultivos, en los que la Argentina es uno de los países líderes en el mundo, con un significativo avance a partir del año 2010.

Pero esta solución biotecnológica se montó sobre el trabajo que la industria semillera venía realizando para mejorar el perfil del germoplasma que ofrecía a los productores. En maíz, por ejemplo, hubo un reemplazo de los primitivos híbridos dobles o triples por híbridos simples, de mayor potencial de rendimiento y estabilidad (ver Gráfico II).

**Gráfico III: Inscripción de materiales de maíz en el Instituto Nacional de Semillas**



Fuente: "Evolución de la Oferta Genética para los cultivos pampeanos" MAGyP 2011.

También a partir de la década del 90 se generaliza la utilización de la siembra directa, desplazando a la agricultura de labranza convencional, hasta alcanzar más del 80% del área sembrada a nivel nacional. Este cambio de paradigma involucró un giro conceptual en la producción granaria que pasó de una estrategia



que se podría definir como "defensiva", de bajo costo y por ende baja tecnología, a otra expansiva, buscando incrementar el margen económico por medio de la obtención de rindes superiores.

De esa forma comienza el uso generalizado de fertilizantes, se introducen desde Europa germoplasmas de altos rindes (trigo); irrumpe la biotecnología no solo con eventos de protección a insectos y herbicidas (maíz y soja) sino también acelerando el trabajo de mejoramiento; se incorporan tecnologías como la mutagénesis (girasol, maíz, trigo, arroz); se expande el uso de fungicidas e insecticidas con el objetivo de proteger el potencial de rendimiento involucrado en la genética y se alcanza una mayor sofisticación en el manejo por medio de la agricultura de precisión.

## El agro en la economía argentina

En la economía del país, la actividad agropecuaria y agroindustrial tiene un papel destacable. Sobre un total exportado en 2011 de u\$s84.269 millones, las manufacturas de origen agropecuario (MOA) representaron el 34% (u\$s28.268 millones), mientras que los productos primarios agropecuarios el 22% (u\$s 18.758 millones)<sup>13</sup>.

Se destaca el complejo de la soja, que individualmente fue el principal de la matriz exportadora, con embarques en 2011 por un valor de u\$s 19.609 millones (23,3% de las exportaciones totales), superando incluso a complejos industriales como el automotriz o el petrolero y petroquímico.

Luego del sojero tiene un peso importante el complejo cerealero, cuyos embarques totalizaron u\$s 8.325 millones, las carnes y sus preparados con u\$s 2.158 y los lácteos con 1.504 millones<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> Intercambio Comercial Argentino 2011. INDEC. En el caso de Productos Primarios se consideró solo las materias primas agropecuarias.

<sup>14</sup> *Ibidem*.



En lo que hace a la generación de empleo del sector agropecuario y agroindustrial, algunos trabajos le asignan un 35% de mano de obra ocupada a nivel nacional<sup>15</sup>, mientras que otros tienden a estimarla por debajo del 20%<sup>16</sup>.

Por otra parte, otros trabajos determinaron que las 32 principales cadenas de valor agroalimentarias representaran en 2010 el 15% del Valor Bruto de la Producción y el 12% del Producto Bruto Interno de Argentina<sup>17</sup>.

Finalmente, en lo que hace al aporte tributario de la cadena agroindustrial, estudios privados determinaron que alrededor del 45% de los ingresos tributarios del sector público entre 2002/05 provinieron de este sector. En ese mismo trabajo, realizado en 2007, se eleva la contribución de la cadena agroindustrial en el PIB nacional al 20% para el periodo mencionado<sup>18</sup>.

## La proyección futura

Durante 2010 y parte de 2011, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación lideró la elaboración de un Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2020 (PEA<sup>2</sup>), que fue presentado formalmente por la Presidenta de la Nación, Dra. Cristina Fernández de Kirchner, en septiembre de 2011.

El PEA<sup>2</sup> significó la oportunidad de que el sector público -representado por los gobiernos nacional, provinciales y municipales-, el sector privado -representado por cámaras y entidades sectoriales- y el sector académico -representado por universidades y escuelas agrotécnicas-, más las organizaciones sociales (jóvenes, mujeres, agricultores familiares) y los distintos organismos del Estado (INTA, INASE, SENASA), sostuvieran un espacio de diálogo para la construcción común de una visión de la Argentina agroalimentaria y agroindustrial, definieran

<sup>15</sup> Llach, J.J.; Harriague, M.; O'Connor, E. "La generación de empleo en las cadenas agroindustriales", documento de la Fundación Producir conservando, Buenos Aires. 2004

<sup>16</sup> Rodríguez, J. Incidencia de los Complejos Agroindustriales en el Empleo Total en la Argentina. 2005. Trabajo presentado en el 7mo. Congreso Nacional de Estudios de Trabajo.

<sup>17</sup> Anlló, G.; Bisang, R. et al. "Una década de evolución de las cadenas agroalimentarias". En prensa.

<sup>18</sup> Convenio Fundación Producir Conservando / Facultad de Ciencias Económicas de la UN de La Plata. El Aporte Tributario de la Cadena Agroindustrial. 2007.



una misión y plantearan los objetivos a alcanzar para 2020, basados en distintos valores compartidos.

Al respecto, la visión fue definida como:

*"La Argentina será líder mundial en la producción de bienes y servicios agroalimentarios y agroindustriales, de calidad y con valor agregado en particular en origen, asegurando al mismo tiempo la provisión alimentaria nacional y satisfaciendo la demanda internacional en cantidad y calidad, en un marco de equidad territorial, inclusión social y sustentabilidad ambiental, económica y social, promoviendo de esta forma el desarrollo de la Nación y sus regiones"<sup>19</sup>.*

Es importante destacar la referencia a la sustentabilidad ambiental, económica y social, así como al desarrollo armónico del territorio que hace la visión del PEA<sup>2</sup>, en concordancia con el Programa AI, ya que si bien se plantea como objetivos a 2020 el incremento de la producción en volumen, también se promueve que esta mayor producción se alcance con más actores sociales, en una forma amigable con el ambiente y con equidad territorial.

Asimismo, los fines estratégicos del PEA<sup>2</sup> (Económico- Productivo, Socio-Cultural, Ambiental -Territorial e Institucional así como sus correspondientes objetivos e indicadores de logros, son aspectos centrales del Programa AI, ya que constituyen herramientas básicas para un desarrollo sostenible en las dimensiones mencionadas.

El PEA<sup>2</sup> definió numerosas metas que cuantifican el esfuerzo que la cadena agroindustrial argentina está dispuesta a hacer en esta segunda década del Siglo XXI. En lo referido a la producción granaria, se plantea llegar a 2020 con una cosecha en el orden de las 160 millones de toneladas, partiendo de las 100,4 millones de toneladas de la campaña 2010/11 y que marcó un récord para la agricultura argentina.

---

<sup>19</sup> Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2020. Documento final. 2011.



En foros internacionales, las autoridades del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación destacaron el aporte que la Argentina realizará al problema global de la seguridad alimentaria, buscando un aumento de su producción del 60% en diez años, un objetivo realizable, pero que muy pocos países están en condiciones de llevar adelante.

En otras cadenas agroindustrial se busca incrementar 77% la producción de leche hasta alcanzar los 18.300 millones, mientras que se espera que la producción de carne aviar pase de los actuales 1,6 millón de toneladas a 3 millones, y la carne porcina lo haga de 280.000 a 800.000 toneladas.

El PEA<sup>2</sup> plantea el desarrollo armónico de las regiones, con lo cual las metas para cultivos no tradicionales extra-pampeanos resultan tan estratégicas como el resto. Entre ellas se pueden citar la implantación anual de 100.000 hectáreas de bosques cultivados, hasta superar las 2 millones de hectáreas a escala nacional en 2020, con el desarrollo del cluster de industrias asociadas. Asimismo se pretende llegar a las 3 millones de toneladas de producción de arroz, desde un piso de 1,70 millón de toneladas en 2010, incorporando este cultivo en la matriz productiva de la región NEA. En tanto, se plantea profundizar la lucha sanitaria para generar las condiciones óptimas para el cultivo de algodón y promover la incorporación de tecnología para superar el millón y medio de toneladas de producción en 2020.

Otro aspecto relevante del PEA<sup>2</sup> se basa en la equidad social y la inclusión dentro de la cadena agroindustrial, para lo cual se apunta a promover las formas asociativas entre productores y su avance dentro de la cadena de valor. Entre otros objetivos se espera duplicar la cantidad de cooperativas vinculadas a la ruralidad para 2020, al igual que el número de productores participantes. Entre otras estrategias se encuentra el acercamiento entre productores y consumidores, por la vía de los mercados de proximidad y el comercio justo.

La Argentina expresa su voluntad de ser un actor de peso en la solución al problema alimentario mundial, contribuyendo con una mayor producción y de alta calidad, en la cual la tecnología, el conocimiento y el hombre -ejes del Programa Agricultura Inteligente- desempeñan un papel central.



## Capítulo 2

# Pilares de la Agricultura Inteligente



MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN





## → Capítulo 2

# PILARES DE LA AGRICULTURA INTELIGENTE

### 2.1) LA SIEMBRA DIRECTA

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) se definen como "la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sustentable de los recursos naturales básicos para la producción, en forma benévola, de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables, a la vez que se procura la viabilidad económica y la estabilidad social.

En este marco, en la Argentina se han difundido distintas herramientas que van en esta dirección y que tienen a la siembra directa, la cobertura del suelo con rastrojos, la rotación de cultivos, el manejo integrado de plagas y enfermedades, y la fertilización balanceada como pilares.

En este aspecto, la Argentina es el país líder en adopción de la siembra directa, es decir de la implantación de los cultivos sin remoción del suelo. Se estima que en 2009 el 77% del área agrícola extensiva se encontraba manejada bajo este sistema de producción, contra un 35% en los Estados Unidos<sup>20</sup>. En valores absolutos implica 22,3 millones de hectáreas sobre un total de 29,4 millones.

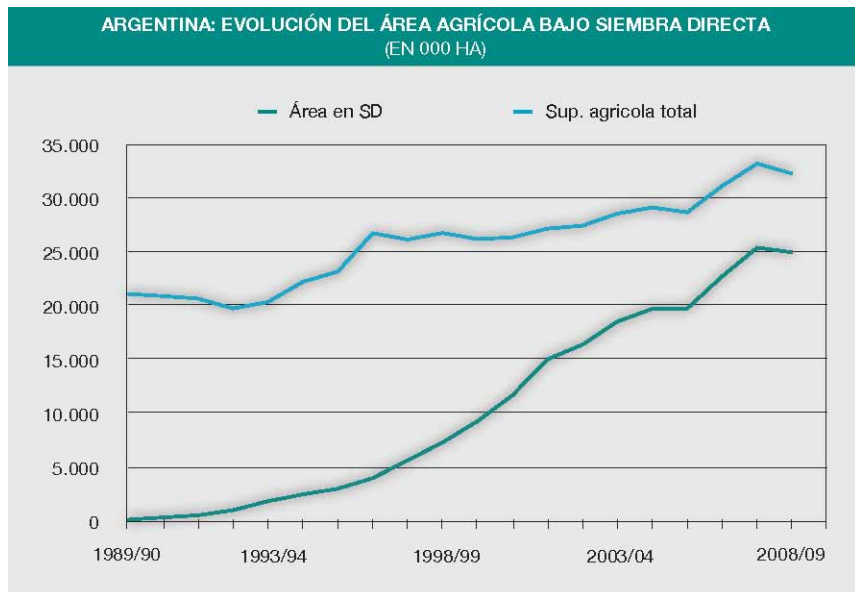
El gradiente de adopción varía según los cultivos, siendo la soja con el 90% de sus 18,6 millones de hectáreas sembradas donde más se aplica la siembra directa.

---

<sup>20</sup> Cap, E. Impacto Económico de la Siembra Directa en la Argentina. Presentación en la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria. Noviembre de 2010.



**Gráfico IV:** Evolución del área agrícola en siembra directa y área agrícola total (en miles de hectáreas).



Fuente: Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa, 2010.

La tecnología comenzó a ensayarse durante los años 70 con epicentro en la Estación Experimental (EEA) del INTA Marcos Juárez (Córdoba), como respuesta a los crecientes problemas de erosión hídrica y eólica que sufrían los suelos pampeanos.

Ello ocurría como resultado de un proceso creciente de expansión de la agricultura basada en labranzas que removían el suelo y enterraban los rastrojos. Así la cama de siembra refinada quedaba expuesta a la energía de la gota de agua de las lluvias que impactaba sobre el suelo, induciendo el comienzo del proceso de erosión hídrica.

La EEA Marcos Juárez había encontrado pérdidas de hasta 40 toneladas de suelo por hectárea y por año como consecuencia de este proceso. Una sola lluvia de 60



milímetros en una hora podía causar el lavado de 2,5 toneladas de suelo<sup>21</sup> en lotes con una pendiente de 2 por ciento.

Los primeros ensayos de siembra directa se inician en 1974 merced a la experiencia de investigadores del instituto que habían realizado maestrías en el Hemisferio Norte, donde habían tomado contacto con la tecnología. Los técnicos argentinos realizan también un intercambio de conocimiento con sus pares de la Empresa Brasileña de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) de Passo Fundo pionera en el ensayo de esta tecnología en Brasil.

Los trabajos en la Argentina continuaron y se potenciaron a través de convenios lo que llevó a que en 1977 se realizara en Marcos Juárez la Primera Reunión Técnica Nacional de Cultivos sin Labranzas, cuya segunda versión se realizaría en Rosario dos años después y que constituyen un hito en la historia de la tecnología.

Pero también existieron otras razones que favorecieron la adopción de esta tecnología como fue la necesidad de realizar el doble cultivo anual de trigo y soja. La oleaginosa, cuyo cultivo fue intensamente promocionado en la década del 60, comenzó a adquirir escala a partir de los 70 en la región pampeana. Desde un inicio, la posibilidad de sembrar la soja apenas cosechado el trigo fue un estímulo que impulsó a los productores a incorporar la oleaginosa.

Para ganar tiempo en la fecha de siembra y no perder la humedad del suelo con las labores, la siembra directa resultaba una herramienta muy promisoriosa. Sin embargo, la falta de herbicidas adecuados para controlar las malezas retrasó la adopción masiva de la agricultura sin labranza<sup>22</sup>.

Para algunos autores, la siembra directa es la tecnología más importante adoptada en la producción de granos del MERCOSUR en la segunda mitad del Siglo XX<sup>23</sup>. Esta tecnología, sostienen, no solo permitió revertir el proceso de degradación de los suelos, mejorando la sustentabilidad de la producción granaria, sino que

---

<sup>21</sup> Marelli, H.J. "La siembra directa en la Argentina" en Diálogo XLIV Avances en Siembra Directa, ProciSur, IICA. ISBN 92-9039-281 9. 1995.

<sup>22</sup> Krüger, H. "La siembra directa en la Argentina. Región Semiárida Pampeana", Ídem.

<sup>23</sup> Ekboir, J. Sistemas de Innovación y Política tecnológico. La siembra directa en el Cono Sur. PROCISUR.IICA. ISBN 92 9039 515 X (falta el año)



facilitó la expansión de la agricultura a nuevas regiones y mejoró la rentabilidad de los productores.

El éxito de la siembra directa en la Argentina resulta de la convergencia de los intereses de los involucrados. Desde el punto de vista del productor representaba una solución a determinadas demandas agronómicas; para las empresas de agroquímicos significaba la oportunidad de potenciar su mercado; los fabricantes de maquinaria también vieron la ocasión de expandir sus ventas desarrollando equipos que permitieran sembrar sobre rastrojos y sin remoción del suelo. Por otra parte, socialmente la siembra directa representaba una solución al costo ambiental que producía la labranza convencional en forma de erosión.

De todos modos, la tecnología que revirtió el paradigma milenario de la remoción del suelo como sinónimo de una agricultura de alto rendimiento, debió esperar hasta entrada la década del 90 para empezar su crecimiento exponencial.

En 1985 el INTA creó el Programa de Agricultura Conservacionista, en cuyo marco se promovía la siembra directa entre otras herramientas, mientras que en 1989 se formó la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), con la participación de técnicos del núcleo original de Marcos Juárez y productores innovadores. Estos dos hechos son mencionados como de una relevancia excepcional en la historia de esta tecnología en la Argentina<sup>24</sup>.

El gran salto en la adopción que ocurre en los 90, responde a la acumulación de conocimiento basado en la investigación y experimentación por una parte, a la baja del precio de los agroquímicos de acción total (glifosato), por la otra; a la articulación comunicacional que se produce entre las organizaciones tecnológicas de productores y el INTA y al desarrollo de sembradoras adaptadas tanto para la implantación de cultivos de verano (maíz, soja) como de invierno (trigo), lo que permitía mantener la continuidad del sistema sin necesidad de volver a roturar el suelo.

---

<sup>24</sup> Cap, E. Impacto Económico de la Siembra Directa en la Argentina. Instituto de Economía y Sociología del INTA. Conferencia en la Academia Nacional de Economía y Veterinaria, noviembre de 2010.



El despegue definitivo se produce con la aparición de la soja resistente a glifosato, que generalizó el uso de este herbicida de control total, a partir de 1996. El cultivo, que hasta ese momento acumulaba unas 6 millones de hectáreas, pasa a expandirse a un ritmo de más de 900.000 hectáreas anuales hasta la campaña 2008/09, momento a partir del cual parece comenzar a alcanzar su techo. En la campaña 2010/11 llegó a las 18,65 millones de hectáreas, es decir, creció a razón de unas 300.000 hectáreas anuales.

La siembra directa ha sido caracterizada como la clave de un proceso de "intensificación ambientalmente virtuosa" de la agricultura argentina<sup>25</sup>. El término intensificación refiere a que los suelos tienden a ingresar en un proceso de agricultura continua, dejando atrás el modelo de rotación entre cultivos de cosecha y pasturas, donde se buscaba por medio de estas últimas la recuperación de la fertilidad física de los suelos, tras la agresión que significaban las labranzas convencionales.

En cuanto a lo de "ambientalmente virtuosa" hace referencia a que la no remoción del suelo conservando los rastrojos ayudó a detener los procesos erosivos, al tiempo que permitió llevar la producción agrícola a regiones con agroecosistemas que no hubieran resistido la labranza convencional sin sufrir un fuerte deterioro.

Por otra parte, la adopción masiva de la soja resistente al glifosato, atenuó el uso de herbicidas con residualidad, como la atrazina, que en los países del hemisferio norte habían generado problemas de contaminación. Además de generar soluciones en lo tecnológico y aportes en lo ambiental, el eje constituido por la siembra directa y el glifosato como herbicida total, impactó sobre la competitividad del productor argentino. Además de generar soluciones en lo tecnológico y aportes en lo ambiental, el eje constituido por la siembra directa y el glifosato como herbicida total, impactó sobre la competitividad del productor argentino.

---

<sup>25</sup> Trigo, E. et al. Los transgénicos en la agricultura argentina. Un final abierto. IICA. Libros del Zorzal. 2002. ISBN 987 1081 11 1



Hasta los 80, los principales problemas de malezas lo constituían el sorgo de Alepo (*Sorghum halpense*) y el gramón (*Cynodon dactylon*), cuyo control -no siempre óptimo- llegaba a representar entre 4 y 5 quintales de soja por hectárea, lo que era una porción significativa de los costos de implantación de este cultivo<sup>26</sup>.

La introducción del glifosato para el control de estas malezas mediante sogas embebidas en el herbicida que mojaban las hojas del sorgo de Alepo representó un inicio de la mejora en el control de esa especie invasiva. Con la baja en el precio del agroquímico al vencer la patente y convertirse en un genérico, y la aparición de la soja resistente al glifosato (posteriormente el maíz), las condiciones para la expansión de la implantación sin labranzas estaban dadas.

Otra de las ventajas económicas a nivel de productor fue el ahorro de combustible utilizado en las labranzas. Estudios realizados en la década del 80 comparando labranza con arado de reja y vertedera, arado de cinceles, discos y siembra directa, encontraron que el consumo de combustible se reducía de 76,6 a 41,1 litros por hectárea entre ambos extremos, siendo que el mayor uso de agroquímicos no influía significativamente en el balance energético total<sup>27</sup>.

Investigaciones realizadas por el INTA determinaron que "la siembra directa posee menor emisión de gases de efecto invernadero (GEI) por tonelada producida respecto de la labranza convencional, para cualquier tipo de región climática y cultivo"<sup>28</sup>.

El sistema de siembra directa que incluye rotación de cultivos y reposición de nutrientes tiene asimismo un impacto positivo sobre el stock de carbono en el suelo. Si bien la remoción de la vegetación natural de un ecosistema para la producción agrícola implica una pérdida del carbono en el suelo, se ha comprobado que en la región de la Pampa Ondulada, donde más intensidad ha tenido la agricultura en la Argentina, la caída del stock ha llegado al 50% de la dotación

---

<sup>26</sup> Leguizamon, E. La Agricultura y el manejo de las malezas en la región pampeana, en La Argentina 2050, la revolución tecnológica del agro. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes. 2010.

<sup>27</sup> Thomas, G. Análisis de la sustentabilidad del sistema de siembra directa en comparación con la labranza convencional. Diálogos XLIV Avances en Siembra Directa, PROCISUR IICA 1995.

<sup>28</sup> Galbusera, S. Análisis de las Emisiones de la Producción Agrícola. INTA 2010.



original, una tasa mayor a la observada en otras regiones pampeanas con menos historia de cultivos<sup>29</sup>.

Además de su función en la estructura física del suelo, la materia orgánica es reservorio de nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos. Se estima que un punto porcentual de materia orgánica en los primeros 20 centímetros del suelo contiene 12.000 a 13.000 kg de carbono por hectárea, 1.000 a 1.200 kg de nitrógeno, de 90 a 120 kg de fósforo y otro tanto de azufre<sup>30</sup>. Debido entonces a su papel en las propiedades físicas, químicas y biológicas, se considera a la materia orgánica como el más importante indicador de la calidad del suelo<sup>31</sup>. Por este motivo, en el marco de un criterio de producción sustentable, la conservación de la materia orgánica constituye un aspecto esencial.

A partir de 1916, la expansión de la agricultura en la llanura pampeana sobre la base de la labranza con arado de reja y vertedera aceleró la degradación de los suelos, que alcanzó su clímax en la década del 40, momento a partir del cual el Estado ensaya una respuesta creando el Instituto de Suelos y Agrotecnia e impulsando prácticas conservacionistas<sup>32</sup>. En la década del 60 y 70, la situación mejora parcialmente gracias a la alternancia entre cultivos de cosecha y pasturas con destino a la ganadería. Esto se sostiene en la teoría de que "la alfalfa y la ganadería restituían la materia orgánica del suelo y le devolvían el nitrógeno exportado con los granos, además de restituir las condiciones físicas del suelo. Luego de 5 a 6 años de pastura, se volvía a hacer agricultura con muy buenos rendimientos".

Sin embargo, los cambios en el mercado global y en las relaciones de precios entre los productos agrícolas y ganaderos, llevaron a partir de los 70 a una paulatina sustitución de tierras en rotación por agricultura continua. Se señala que en ese momento unas 5 millones de hectáreas cambiaron de uso ganadero hacia el

---

<sup>29</sup> Alvarez, R.; Steinbach, H. Efecto del uso agrícola sobre el nivel de materia orgánica. En Fertilidad de suelos. Caracterización y manejo en la región pampeana. Editorial Facultad de Agronomía, 2010. ISBN 978 950 29 1234 9.

<sup>30</sup> García, F. Balance de nutrientes en la rotación. Impacto en rendimientos y calidad de suelo. Actas del XI Congreso Nacional de AAPRESID. 2003.

<sup>31</sup> García, F. Idem.

<sup>32</sup> Casas, R. El aumento del a materia orgánica en suelos argentinos. El aporte de la siembra directa. Actas del XI Congreso Nacional de AAPRESID. 2003.



agrícola, lo cual aceleró la degradación de los suelos por la vía de la erosión, la pérdida de estructura y de carbono.

Los trabajos del INTA realizados a fines de la década de los 80, determinaron que en la región maicera tradicional pampeana, el contenido de materia orgánica había caído desde 3,2% en suelos bajo rotación agrícola ganadera a 2,7% en suelos con agricultura continua por períodos de más de 20 años<sup>33</sup>.

En este contexto de creciente agriculturización del sistema, la siembra directa aparece como un mecanismo de reversión del proceso degradatorio, gracias a la conservación de los rastrojos en superficie.

Efectivamente, evaluaciones realizadas a partir de ensayos comparativos entre sistemas de labranza (convencional y reducida) y siembra directa, encontraron que en promedio el manejo bajo esta última modalidad incrementa 2,76 toneladas de carbono por hectárea, respecto de los sistemas con labranza<sup>34</sup>.

Esto tiene un impacto directo sobre el stock de carbono del suelo acumulado en sistemas continuos de siembra directa. Los investigadores determinaron que la máxima velocidad de acumulación ocurre entre el año 4 y 9, con un incremento anual promedio de 460 kilogramos de carbono, por hectárea y por año.

De esta forma, la siembra directa promueve el incremento de la materia orgánica joven y humificada del suelo, lo cual repercute positivamente en la actividad biológica y enzimática. La tecnología incrementa la masa microbiana del suelo, reservorio de los nutrientes que se liberan durante el proceso de mineralización. Por otra parte, cuando se incrementa la masa microbiana y la microagregación, como resultado de la siembra directa, se incrementa el carbono orgánico del suelo<sup>35</sup>.

---

<sup>33</sup> Michelena y col. 1989, citado por Casas, R. Ídem.

<sup>34</sup> Alvarez, R.; Steinbach, H. Op. cit.

<sup>35</sup> Lal y Kimble, 1997, citado por Casas, R. Op. Cit.





## El futuro de la siembra directa

La revolución tecnológica de la siembra directa no solo alcanzó al productor -aumentando su competitividad- y a la sociedad -por sus beneficios ambientales-, sino que generó externalidades como el desarrollo de una industria de maquinaria agrícola local, que aportó las sembradoras y las pulverizadoras necesarias para llevar adelante la práctica.

El impacto económico de la adopción masiva de la siembra directa en la Argentina en el periodo 1991 / 2008, rondó los 44.360 millones de dólares, distribuidos de la siguiente manera:

**Cuadro II: Beneficio económico de la SD en la Argentina 1991/2008**

CONCEPTO	VALOR (U\$S MILLONES)
Mayor ingreso bruto para productores	16.000
Ahorro en el costo de producción	4.710
Menor gasto de los consumidores	23.650
<b>Total</b>	<b>44.360</b>

Fuente: Trigo, E., Cap, E., Malach, V. y Villarreal, F., 2009.

La siembra directa representa hoy "la alternativa productiva que mejor conjuga los intereses -muchas veces contrapuestos- de alcanzar una producción económicamente sustentable y socialmente aceptada"<sup>36</sup>.

Más allá de los beneficios que ha traído esta tecnología para la producción agrícola, surgen nuevas problemáticas que van siendo abordadas desde el sector científico y tecnológico. Una de ellas se vincula con la aparición de nuevas plagas, enfermedades y malezas, que bajo el sistema de labranza convencional no se expresaban con el mismo vigor.

<sup>36</sup> Fernández Palma, G. Agricultura certificada: una nueva revolución en el sector agropecuario. Revista de la Bolsa de Comercio de Rosario, Nro 1.508. Agosto de 2009. Pág. 30 y ss.



Uno de estos casos es la aparición de malezas resistentes al glifosato, como el sorgo de Alepo observado primero en la región del NOA y posteriormente en la región pampeana central. En este caso, el Estado ha brindado una respuesta institucional con la creación de la Comisión Nacional de Plagas Resistentes (CONAPRE) en la órbita del SENASA, que vinculando los sectores privados con el público y académico abordó la búsqueda de soluciones de manera científica.

También es conocido que el manejo bajo siembra directa produce una estratificación de los nutrientes y disminuye la temperatura del suelo incidiendo sobre las fechas de siembra o la susceptibilidad a heladas. Asimismo se observó y estudió el fenómeno de la compactación subsuperficial del suelo debido a la no remoción del mismo. Paralelamente aparecieron plagas que no tenían incidencia económica bajo el manejo con labranza convencional, como babosas y bichos bolita, así como enfermedades de raíz y tallo, que suelen asociarse al nuevo sistema de producción.

Por otra parte, a medida que se acumulan años de manejo en siembra directa se observan evoluciones que no siempre están en línea con lo esperado para el sistema. Una de ellas se vincula a la evolución del carbono en el suelo. Algunos técnicos han observado que en los primeros años hay un crecimiento del contenido de materia orgánica, que se tiende a estabilizar a partir de un determinado momento, aunque en un nivel claramente superior al inicial. El hecho de que por el aporte de los rastrojos sería esperable un aumento mayor, llama a continuar investigando la dinámica de la materia orgánica en el suelo.

Por otro lado, la acumulación de rastrojos puede modificar la dinámica de los agroquímicos aplicados. Se señala que en el caso del maíz, se necesitarían herbicidas para control de gramíneas que tengan la suficiente residualidad como para funcionar con altos niveles de rastrojos, ya que existen soluciones, pero que funcionan con bajos volúmenes de residuos.



## 2.2) FERTILIZACIÓN: HACIA UNA NUTRICIÓN BALANCEADA

El escenario global de la agricultura implica la superación constante de los rendimientos por unidad de superficie para satisfacer la creciente demanda de alimentos, debiendo tomarse en consideración la escasez de nuevas tierras para la producción de cultivos, las cuales tienden a ser de menor productividad, dado que las de mayor potencial fueron las primeras en ponerse en producción.

Originalmente la agricultura pampeana se vio beneficiada por su alta dotación natural de materia orgánica y nutrientes que poseían los materiales constituyentes del suelo. Con una textura que va de franco, a franco arenoso y franco arcilloso, con un pH levemente ácido, estos suelos en su mayoría molisoles estaban en condiciones de proveer los nutrientes que requerían los cultivos de cosecha. Durante prácticamente un siglo, entre 1860 y 1960, la producción granaria se realizó en la Argentina a partir de la fertilidad natural de los suelos y sin reponer los nutrientes que de ellos se extraían con cada cosecha.

Sin embargo la expansión de la agricultura, la búsqueda de mayores rendimientos y la mecanización de las labores comenzaron a disminuir ese potencial original. Para 1970 comenzaba a ser evidente que los tenores de materia orgánica estaban decayendo, al igual que el contenido de fósforo. La pérdida de este nutriente en los campos agrícolas pasó de 2-4 kilogramos/ha/año en 1880 a 5-15 kg/ha/año en 1980, según la zona considerada. En algunas situaciones puntuales se estima que la disminución del fósforo extractable fue del 90% de la dotación original<sup>37</sup>.

La falta de reposición de los nutrientes era materia de discusión para los años 70. Sin embargo, en ese momento se seguía debatiendo en el ámbito académico la utilidad y forma de la fertilización en la Argentina y los productores carecían de información suficiente sobre cómo utilizarlos<sup>38</sup>. Entre 1960 y 1970 la aplicación de fertilizantes nitrogenados había pasado de 0,2 a 1,0 kg/hectárea, cuando en otros países ya se encontraba en valores sustancialmente más altos (35,4 kg/ha

---

<sup>37</sup> Alvarez, R y Steinbach, H. "Fósforo orgánico en agrosistemas", Fertilidad de Suelos. Caracterización y Manejo en la Región Pampeana. Editorial Facultad de Agronomía de la UBA.

<sup>38</sup> Ras, N. Una interpretación sobre el desarrollo agropecuario de la Argentina. Instituto Inter Americano de Ciencias Agrícolas. 1973.



en los EE.UU.), en consonancia con la llamada "Revolución Verde" del premio Nobel, Norman Borlaug.

En este sentido, el trabajo del INTA por medio de sus estaciones experimentales fue abordando la problemática del uso de la fertilización, estableciendo criterios de diagnóstico, respuestas esperadas y monitoreando el contenido de nutrientes en el suelo.

Para mediados de los 80, en el apogeo de la agricultura convencional (con labranzas), el deterioro de los suelos comenzó a acentuarse. Ya en ese momento se determinó que el contenido de materia orgánica en la denominada "capa arable" (los primeros 20 centímetros del suelo, donde incidía el arado de reja y vertedera) había perdido el 50% de la materia orgánica.

Si bien había crecido desde los 70, el consumo de fertilizantes seguía siendo muy bajo, del orden de los 13 kg/ha y aplicado principalmente en cultivos intensivos (caña de azúcar, frutales, papa)<sup>39</sup>. El paradigma tecnológico vigente acentuaba el círculo vicioso de la degradación de la sostenibilidad del recurso suelo. La labranza convencional tenía como objeto precisamente la mineralización de la materia orgánica; de esta manera a medida que cedía los nutrientes que luego se exportaban del lote con los granos, el suelo se iba empobreciendo.

La reversión de este proceso de degradación comienza con la adopción de las tecnologías pilares de la Agricultura Inteligente, como la siembra directa (sin remoción del suelo), y la fertilización. La primera, al dejar los rastrojos en la superficie y no incorporarlos al suelo, redujo el ritmo de la mineralización, con lo cual se hizo necesario aplicar esos nutrientes por la vía de la fertilización.

El creciente uso de fertilizantes queda en evidencia durante la década del 90, cuando se pasa de menos de 300.000 a 1,55 millón de toneladas por año. Los rindes unitarios por hectárea acompañan esta tendencia y evolucionan desde 1.680 kg/ha promedio de 1990 a 2.260 kilogramos en 1999<sup>40</sup>.

---

<sup>39</sup> García, F. y Darwich, N. "La Fertilización: tecnología para sostener la productividad de nuestros suelos". En La Argentina 2050: La revolución tecnológica del agro. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes.

<sup>40</sup> Capparelli, C. Presentación en el Congreso de AAPRESID de 2008, sobre datos de IPNI, SAGPyA, CIAFA y Fertilizar AC.



Iniciado el Siglo XXI, la tendencia se acentúa y el consumo total de fertilizantes llega a alcanzar en 2007 un pico de 3,7 millones de toneladas. La suba de los precios de los granos y los insumos durante 2008, con una evolución negativa de la relación de precios entre granos y nutrientes seguida de la crisis global de ese año, afectó luego el consumo de fertilizantes, caída que se recuperó hacia 2010 cuando el mercado alcanzó 3,4 millones de toneladas.

Algunos autores sostienen que el periodo de balances negativos de nutrientes en los suelos se extiende hasta mediados de los 80 y que a partir de los 90 la brecha entre extracción y reposición comenzó a achicarse, revirtiendo la tendencia histórica de empobrecimiento de los suelos<sup>41</sup>.

Esta recuperación se evidenciaría en el periodo que va de 1993/96 a 2006/08, donde se repone en promedio el 66% del nitrógeno extraído, el 54% del fósforo y el 2% del potasio<sup>42</sup>. Este último valor muy bajo se explica por la alta dotación que los suelos pampeanos tienen del nutriente y que hacen no rentable su aplicación.

Otros autores muestran niveles de reposición de los nutrientes exportados que oscilan entre el 30 y 48% para el nitrógeno, entre el 39 y el 60% para el fósforo y entre el 29 y el 41% para el azufre<sup>43</sup>. De todas formas y más allá de los valores utilizados, se coincide en que todavía resta progresar en el balance entre extracción y reposición de los nutrientes.

A lo largo de un siglo y medio de agricultura extensiva en las pampas argentinas, el criterio de fertilización fue evolucionando. Originalmente, la aplicación de nutrientes apuntaba a cubrir las "deficiencias" de los suelos, fueran estas de carácter permanente o temporal<sup>44</sup>. Esta idea original fue superada con el tiempo, en paralelo con los avances genéticos que elevaban el potencial de rendimiento

---

<sup>41</sup> Melgar, R. La reposición de nutrientes en Estados Unidos, Brasil y la Argentina: tres escenarios contrastantes. Ponencia presentada en la Reunión Fertilizantes Latinoamérica, Lima, enero de 2011, reproducido en la revista Fertilizar, Mayo de 2011.

<sup>42</sup> Melgar, R. Idem.

<sup>43</sup> García y Ciampitti, 2008; García y González San Juan 2010, citados por Gudelj, V. en el Simposio Fertilidad 2011.

<sup>44</sup> Lavado, R. La Fertilidad, sus características y la utilización de fertilizantes. En Fertilidad de los Suelos, Editorial Facultad de Agronomía ISBN 978 950 29 1234 9. Pág. 3



de los cultivos y la necesidad de los agricultores de sostener su renta económica a partir de un incremento de la productividad.

El creciente conocimiento sobre el manejo nutricional de los cultivos llevó hacia el criterio de fertilización balanceada, lo cual impacta no solo en mayores rendimientos unitarios sino en una mayor eficiencia del agua consumida por el cultivo.

Experiencias realizadas en la región núcleo maicera argentina, han mostrado que se puede pasar de 8,9 a 21,9 kilogramos de grano por milímetro consumido en un cultivo de maíz, entre un testigo sin fertilizar a otro con aplicación de nitrógeno, fósforo y azufre en dosis de reposición. El rendimiento, en tanto, se incrementa progresivamente de 4.088 kg/ha a 10.901 kg/ha<sup>45</sup>.

Más allá de la demora que la Argentina tuvo en incorporar la fertilización como una práctica masiva, históricamente desde el Estado se impulsó la investigación y la transferencia del conocimiento para un manejo adecuado de la fertilidad de los suelos.

En distintos momentos se lanzaron planes de promoción del uso de fertilizantes, como el denominado Plan Balcarce en la década del 70, que si bien se orientaba al desarrollo ganadero preveía la aplicación de fósforo para las pasturas; también el subprograma Fertilizantes, que apuntaba al canje de granos por fertilizantes, con apoyo estatal, en la década del 80<sup>46</sup>. En la década del 90, el INTA puso en marcha el proyecto Fertilizar, en el cual participan también las empresas proveedoras de fertilizantes, con el objeto de divulgar y concientizar entre técnicos y productores la problemática de la nutrición de los cultivos.

La expansión de la siembra directa interactuó positivamente con un incremento en el uso de los nutrientes, junto con la adopción de genética de mayores techos de rendimiento (híbridos simples en maíz, germoplasma europeo en trigo) y un paquete fitosanitario que buscó "blindar" ese potencial de los daños producidos por plagas, malezas y enfermedades.

---

<sup>45</sup> García, F. Mejores prácticas de manejo de nutrientes en la producción de granos. Presentación en XI Congreso Ecuatoriano de las Ciencias del Suelo. Quito. Octubre de 2008.

<sup>46</sup> García, F. Obra citada.



En lo que respecta a la nutrición ocurrió una importante mejora en las herramientas de diagnóstico para el cálculo de la dosis de nutrientes. Se avanzó sensiblemente en la determinación de los umbrales de respuesta económica para nitrógeno primero y fósforo después. Actualmente, se está replicando ese trabajo para las nuevas regiones agrícolas extrapampeanas.

Otro hecho relevante fue el hallazgo de las deficiencias de azufre en los suelos con más años de agricultura de la región núcleo maicera/sojera, que llevó a la incorporación de este nutriente como el tercero en importancia después del nitrógeno y el fósforo. Las mezclas de fertilizantes conteniendo azufre ganaron aceptación entre los productores a partir de que se verificó una respuesta a campo.

Los análisis de suelos como base para el cálculo de las dosis de fertilización condujeron al concepto de fertilización balanceada ya mencionado, que apunta a cubrir aquel nutriente limitante que perjudique la expresión del resto de los elementos aplicados.

Entre otros adelantos, actualmente se ha avanzado en la detección del zinc como nutriente limitante para el cultivo de maíz en suelos del sudeste de Córdoba, así como el aporte adicional de cloro en trigo, elemento que mejora el comportamiento del cultivo frente a las enfermedades de hoja.

Otro de los hechos remarcables en materia de nutrición de los cultivos ha sido el concepto de fertilización de la rotación, en la cual se consideran las demandas no ya de uno solo de los cultivos sino de los que componen la secuencia en su conjunto.

Esto comenzó a utilizarse en la fertilización del doble cultivo trigo/soja de segunda, donde se observó que se podía aplicar en la gramínea el fósforo y el azufre necesario para sostener los rindes de ambos cultivos, dado que la residualidad de los dos nutrientes permiten la captación por parte de la oleaginosa. Así se logró abaratar los costos de aplicación de los fertilizantes, sin afectar la eficiencia.

Bajo este concepto se ha llegado a hacer una única aplicación de fósforo y azufre para cubrir las necesidades estimadas de los cultivos en tres ciclos agrícolas.

Otro aspecto en el que se ha ido progresando es la determinación de los umbrales de respuesta en función de los nuevos techos productivos de los cultivos. Esto



es particularmente útil para la dosis de nitrógeno en trigo, donde los máximos rendimientos han evolucionado hasta marcas que superan los 10.000 kilogramos por hectárea en las regiones de mayor potencia del país (sudeste bonaerense).

Paralelamente la investigación ha ido ajustando los métodos de diagnóstico, confirmando por un lado la utilidad de medir la disponibilidad de nitrógeno a la siembra, en el caso del trigo. La combinación de cultivos con mayor potencial y más precisión en los métodos de diagnóstico llevó a que para la región triguera del sudeste bonaerense, de un modelo original donde se apuntaba a llegar a 125 kilogramos por hectárea de nitrógeno de nitratos en el inicio del cultivo, entre el aporte del suelo y el de la fertilización, se fue elevando a 140 kg y hasta 160 kg<sup>47</sup>, en función del ambiente, basado en la disponibilidad de variedades y tecnologías que permiten alcanzar rindes mayores que en el pasado.

En el caso del maíz, el impacto de los mayores rendimientos de nuevos cultivares ha ido también modificando los umbrales de aporte de nitrógeno. Si bien el uso de nitrógeno de nitratos a la siembra como herramienta de diagnóstico es más imprecisa que en trigo, modelos que en la década del 90 se ajustaban en 150 kg N - X (donde X es el aporte de nitrógeno del suelo), han evolucionado hasta 180 e incluso 220 kg N - X, debido a los crecientes rendimientos logrados.

Por otra parte se han incorporado nuevas herramientas para el diagnóstico de la fertilidad como el Índice Verde de la hoja o el índice de reflectancia del canopeo (follaje del cultivo) utilizando sensores remotos (green seeker), con buenos resultados. Dado que en el caso del maíz, las mayores temperaturas durante el ciclo del cultivo hacen menos predecible el fenómeno de mineralización del suelo se debió recurrir a alternativas. La investigación en los últimos años avanzó hacia nuevas formas de diagnóstico como la medición de nitratos cuando el cultivo tiene seis hojas expandidas (V6), el índice de verdor en hojas entre V5 y V6 y la reflectancia del canopeo entre V10 y V11.

Con la comprobación de que el cultivo de maíz puede responder a la aplicación de nitrógeno por vía de la fertilización hasta el estado de V14, la tecnología de medir el índice verde del canopeo mediante sensores, junto con el desarrollo de

---

<sup>47</sup> Bermudez, M. y Barth, D. "Cómo llevar a la práctica en gran escala el manejo sitio específico de nitrógeno y fósforo", Simposio Fertilidad 2011.





pulverizadoras de gran despeje y las formulaciones líquidas de los fertilizantes, han permitido ajustar la nutrición en función de la respuesta esperada.

## El futuro de la fertilización

La nutrición vegetal tuvo un importante avance en los últimos 20 años, lo cual se puede apreciar en el incremento del consumo de fertilizantes así como en la incorporación de nuevos nutrientes. Según algunos expertos, los principales hitos en este proceso han sido la extensión de la fertilización al cultivo de la soja y la utilización del superfosfato simple como fuente de fósforo, la incorporación del azufre como "tercer" nutriente, la aparición de presentaciones líquidas (el UAN) y la logística a granel de los sólidos.

A mediano plazo se espera un crecimiento sustentable en el uso de esta herramienta. Estudios privados han determinado que para una producción granaria de 122 millones de toneladas (volumen que podría alcanzarse hacia 2014/15) el consumo de fertilizantes debería rondar las 4,4 millones de toneladas o 2,6 millones de toneladas de nutrientes<sup>48</sup>.

Por otra parte, se espera que se vayan incorporando nuevos elementos que en un escenario de mayor productividad pueden aparecer como limitantes, por ejemplo el caso del zinc y boro en maíz, o cloro en trigo. Asimismo, es esperable que se difunda más la práctica del muestreo de suelos para contar con diagnósticos de fertilidad. Un estudio comparado revela que en la Argentina se extrae una muestra cada 250 hectáreas, mientras que en Brasil ese ratio es de 1 cada 30.

En este sentido, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación ha creado el Sistema de Apoyo Metodológico a Laboratorios de Análisis de Suelo (SAMLA) que apunta a la normalización de los procedimientos y la unificación de criterios de análisis.

---

<sup>48</sup> Fundación Producir Conservando. Fertilizantes e Infraestructura para la Próxima Década. 2008.



Actualmente existen más de 150 laboratorios participando del sistema. Por otra parte, en 2009 mediante el dictado de la Resolución 175, el MAGyP creó el Programa Nacional de Interlaboratorios de Suelos Argentinos (PROINSA), con el apoyo de la Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo, el INTA, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y las instituciones que conforman el SAMLA.

Una de las primeras acciones del PROINSA fue realizar una prueba piloto entre un grupo de 41 laboratorios que analizaron una misma muestra de suelo con el fin de comparar los resultados obtenidos. Arriba del 90% de los resultados calificaron dentro del parámetro "satisfactorio", lo que fue considerado positivamente por el programa. Mediante estos test se busca que el programa "constituya un medio idóneo para que los laboratorios puedan brindar a sus clientes confianza en los resultados que producen" al tiempo que "facilita a los usuarios la elección de los laboratorios para realizar los controles"<sup>49</sup>.

Una segunda ronda de análisis se realizó en 2011, incorporando a las pruebas originales otras de alto interés agronómico como la determinación de sulfatos solubles y nitratos a partir de muestras secas.

De esta forma, el uso de los fertilizantes en la Argentina está apoyado por la investigación que llevan adelante los organismos estatales y las universidades, la interacción de sus técnicos con los del sector privado y las iniciativas propias de las empresas que operan en este rubro, por sí mismas o por medio de ONG creadas ad hoc<sup>50</sup>.

La industria privada ha ido acompañando este crecimiento, con inversiones en logística y fabricación. Una de ellas es la planta de fabricación de urea ubicada en Bahía Blanca (Buenos Aires), con capacidad para producir 1,1 millón de toneladas de urea por año, que comenzó a producir fertilizante en 2001.

---

<sup>49</sup> Resultados de la Primera Ronda del Programa Nacional de Interlaboratorios de Suelos Agropecuarios. [www.minagri.gov.ar](http://www.minagri.gov.ar)

<sup>50</sup> Las principales compañías proveedoras de fertilizantes constituyeron Fertilizar Asociación Civil con el objeto de promover el uso racional de fertilizantes y la conservación del suelo.



Hacia 2005 se construyeron en Ramallo (Buenos Aires) y Rosario (Santa Fe), sobre la vera del río Paraná, dos plantas de producción de superfosfato simple con un volumen total cercano a las 500.000 toneladas, que utilizan como materia prima la roca fosfórica y producen la transformación localmente.

Asimismo, el sistema comercial avanzó en materia de servicios de aplicación, logística, posibilidad de realizar mezclas físicas para una fertilización balanceada, utilización de fertilizantes líquidos, muestreo de suelos y laboratorios de diagnóstico.

## 2.3) LA INTENSIFICACIÓN SUSTENTABLE

Uno de los aspectos salientes de la agricultura argentina del Siglo XXI es haber evolucionado de la labranza convencional a la siembra directa, y haber demostrado que bajo determinadas condiciones de manejo (mantenimiento de rastrojos en superficie, reposición de nutrientes, rotación de cultivos) en cierto tipo de ambientes, la mayor intensidad del uso del suelo puede estar en paralelo con la sustentabilidad.

Conceptualmente, la intensificación significa un uso más eficiente de los recursos disponibles, sea en el tiempo, en el espacio o en el conocimiento<sup>51</sup>. Por ejemplo, en regiones donde la disponibilidad de agua de lluvia promedia los 1.000 milímetros anuales, hacer un solo cultivo de verano, como la soja que consume unos 600 milímetros, significa subutilizar un recurso clave, ya que el resto del agua se pierde del suelo por evaporación o infiltración. Otro tanto puede ocurrir con la energía solar que llega al suelo.

En la agricultura argentina, la secuencia de un cultivo de invierno como el trigo, seguido de uno de verano como la soja, técnica que comienza en los años 70, es un ejemplo de este proceso de intensificación en el tiempo. Los estudios demuestran que la utilización del agua de lluvia se aproxima al 100% con el doble cultivo, contra alrededor del 50% con un solo cultivo anual en Paraná (Entre Ríos). En tanto, en Balcarce (Buenos Aires), mientras que el doble cultivo logra un

---

<sup>51</sup> Satorre, E. Intensificación y Eficiencia en la Producción de Cultivos. Presentación en Simposio Fertilizar 2009.



aprovechamiento del agua en torno al 60%, con un solo cultivo anual se utiliza entre el 30 y 40%<sup>52</sup>.

En la última década (2000 a 2009), una de las manifestaciones de este proceso de intensificación es la ampliación de posibilidades de cultivos de invierno y de verano utilizados por el productor. Uno de ellos es el cambio del trigo por cebada, cuya cosecha más adelantada en el tiempo mejora el rendimiento de la soja de segunda. También se ha evaluado el uso de la colza, una oleaginosa de invierno, como predecesor de la soja con buenos resultados<sup>53</sup>.

Por otro lado, la disponibilidad de híbridos de maíz con tolerancia a insectos permitió avanzar en el doble cultivo trigo / maíz de segunda, así como se han realizado experiencias con sorgo como cultivo de verano.

Por otra parte y en función de la latitud donde se realiza la agricultura se pueden realizar dos cultivos "de verano", si el periodo libre de heladas lo permite.

Algunas de las alternativas con las que cuenta el productor argentino son <sup>54</sup>:

- 1) Cultivo de invierno (trigo, cebada, colza) seguido de soja, maíz o sorgo de segunda.
- 2) Cultivo de cobertura y soja de primera.
- 3) Cultivo de cobertura y maíz o sorgo de segunda.
- 4) Cultivo de Cobertura y maíz de primera.
- 5) Maíz precoz y soja de segunda.
- 6) Soja de primavera y maíz de segunda (safrinha).
- 7) Soja de primavera y trigo de verano.

La intensificación se articula con la rotación de los cultivos. En algunas zonas de la región central pampeana, a la típica rotación trigo/soja de segunda, maíz, soja de primera, es decir cuatro cultivos en tres años, se la ha reemplazado por trigo/soja de segunda, maíz, es decir tres cultivos en dos años. En este último caso se

---

<sup>52</sup> Caviglia, O. Intensificación agrícola. Un enfoque a nivel de sistema. Congreso Fertilidad 2011.

<sup>53</sup> Trentascote, E.R. et al. El doble cultivo colza soja en Balcarce: evaluación y modelización del sistema. En [www.inta.gov.ar](http://www.inta.gov.ar)

<sup>54</sup> Caviglia, O. Intensificación agrícola. Un enfoque a nivel de sistema. Congreso Fertilidad 2011.



habla de un Índice de Intensificación (ISI) de 1,5, contra 1 que sería hacer un solo cultivo por año.

En todos los casos, se incrementa el aporte de materia orgánica al suelo. Si el monocultivo de soja aporta unos 6.000 kg de materia seca, la alternancia de soja con maíz lleva el aporte por encima de los 10.000 kilogramos por hectárea. Cuando de un ISI 1,0 se pasa a otro de 1,5, con la secuencia trigo/soja de segunda maíz, el aporte de residuos se eleva por encima de los 12.000 kg anuales. Cuando se llega a un ISI de 2 (doble cultivo permanente o cultivo de cobertura y cultivo de cosecha), el aporte puede llegar hasta 15.000 kg/ha<sup>55</sup>.

El uso de cultivos de cobertura, es decir, aquellos que no son de cosecha sino que mantienen la tierra ocupada durante el periodo de barbecho, son parte de este proceso de intensificación de la agricultura. Si bien esta tecnología es conocida desde hace décadas comenzó a difundirse entre los productores tecnológicamente avanzados en los últimos diez años, tanto sea con vistas al aporte de nitrógeno fijado biológicamente por leguminosas (vicia) o a la captación de carbono con el uso de gramíneas (triticale) o ambos en consociación.

El uso de los cultivos de cobertura para el aporte de carbono al suelo ha sido estudiado como respuesta al cultivo continuo de soja. La hipótesis de los investigadores ha sido que incorporar en el invierno una gramínea (triticale) con una adecuada fertilización, tiende a compensar el balance negativo de nitrógeno e incrementa el stock de la fracción lábil de carbono edáfico<sup>56</sup>.

Una línea de investigación de largo plazo a cargo del INTA, en cinco localidades, encontró en los primeros tres años de realización, que la gramínea de cobertura puede aportar por año entre 4.300 y 6.100 kg de materia seca por hectárea, como promedio de las cinco localidades, aunque individualmente los valores oscilaron entre más de 7.000 kg/ha/año en Casilda a unos 4.000 kg/ha/año en Balcarce.

También se encontró que la fertilización del cultivo de cobertura con nitrógeno incrementa en alrededor de 1.000 kg su producción de materia seca. Asimismo,

---

<sup>55</sup> Caviglia, O. Ob. citada.

<sup>56</sup> Cordone, G. Alternativas de reposición de nutrientes en secuencias basadas en soja, Simposio Fertilidad 2011.



se midieron incrementos significativos (en el orden de los 200/300 kg) en el rendimiento de la soja cuando pasa del cultivo continuo anual a la incorporación de una gramínea de cobertura fertilizada.

Otra de las opciones es el uso de leguminosas (vicia) como cultivo de cobertura, antecedendo a una gramínea como el maíz. Una de las ventajas de las leguminosas como cultivo de cobertura del maíz es su aporte de nitrógeno vía la fijación biológica que realizan, que se traduciría en un ahorro en la aplicación de fertilizantes nitrogenados en los cultivos de cosecha siguientes<sup>57</sup> o en un mayor rendimiento para las dosis usuales de fertilizante.

Experiencias realizadas en la región de Monte Buey (sudeste de Córdoba) con vicia, previo a la siembra de maíz, encontraron producciones de materia seca entre 5.481 y 6.461 kg/ha, que implicaron un aporte de nitrógeno de 175 a 240 kg/ha<sup>58</sup>.

Los cultivos de cobertura, abonos verdes y verdeos, cumplen varias funciones, además del aporte de materia orgánica al suelo. Así, el trabajo de las raíces en crecimiento colabora con la generación de macroporos en el suelo y la descompactación. Por otra parte, facilitan el control de las malezas durante el barbecho, pueden cortar el ciclo de enfermedades y plagas, y minimizan la lixiviación de nitratos residuales, entre otros beneficios.

De todas maneras, el uso de esta herramienta de intensificación tiene sus limitaciones, como el incremento en el costo (semilla, fertilizantes, labores), el cuidado del consumo de agua para el cultivo de cosecha siguiente, etcétera.

Otra modalidad tecnológica práctica para la intensificación es la intersembrado. Esta técnica se basa en dejar hileras sin sembrar con trigo, donde en la primavera se implantará la soja con sembradoras diseñadas a tal efecto. De esta manera es posible ganar entre 30 y 35 días en la fecha de siembra respecto de una soja de segunda. Los arreglos espaciales son variables (distancia entre surcos y surcos sin sembrar). El fundamento es que resignando un porcentaje menor en el rendimiento del trigo, se mejora sustancialmente el de la soja (se aproxima más a una

---

<sup>57</sup> Ruffo, M. y Parsons, A. Cultivos de Cobertura en sistemas agrícolas. Informaciones Agronómicas del Cono Sur, Nro. 21. 2004.

<sup>58</sup> Boiero, Juan Pablo. Presentación en el XIX Congreso de Aapresid, Rosario, agosto de 2011.



soja de primera que a una de segunda en la región), mejorando en el conjunto el margen económico de la campaña.

En el sudeste de la provincia de Buenos Aires, donde el principal cultivo es el trigo y la soja de segunda se encuentra con una ventana muy estrecha dada por la fecha de siembra y las primeras heladas, la siembra de la oleaginosa mientras el cereal se encuentra en el estado de llenado de grano, es una tecnología que ha alcanzado una cierta difusión.

Estudios llevados a cabo por el INTA encontraron que los resultados económicos de la intersembra superaban al del doble cultivo trigo/soja y al de la soja de primera<sup>59</sup>. Sin embargo, la exigencia en la gestión agronómica es superior en la intersembra respecto del doble cultivo secuencial, lo cual hace que la diferencia tenga que ser lo suficientemente significativa para justificar la primera opción.

También se ha avanzado en la asociación de cultivos, es decir de dos cultivos conviviendo durante el ciclo agrícola. Un ejemplo es el de girasol y soja, donde el primero se siembra a 156 centímetros entre sí, dejando en el medio dos surcos de soja a 52 centímetros. En este caso se busca que la producción conjunta supere a la de cualquiera en forma individual, mejorando también el margen económico.

Otras alternativas, que varían según la ecuación económica propia de la campaña, pero que han sido validadas desde lo agronómico, son la intersembra de trigo con maíz (en vez de soja) y la asociación de maíz y soja.

## Beneficios de la diversidad

La soja ocupa un lugar preponderante en el uso del suelo, alcanzando en la campaña 2010/11, 18,9 millones de hectáreas sobre un total general de 34,2 millones, es decir el 55% del área nacional dedicada a cultivos extensivos.

---

<sup>59</sup> Rillo, S. et al. Intensificación de cultivos de granos: Evaluación de sistemas de intersembra. Inta 9 de Julio. 2008. El trabajo determina un margen relativo de 100 para la intersembra, contra 92,27 del trigo/soja y 67,62 de la soja de primera.



En este aspecto, inducir una mayor rotación acompañada por una intensificación sustentable constituye un objetivo deseable. Algunos investigadores sostienen la existencia de un "efecto rotación", que mejora la performance de los cultivos. "Se ha reportado que la mejora en los rendimientos de los cultivos en rotación no puede ser explicada completamente por la mejora en la nutrición de los cultivos y la reducción de adversidades, ya que el rendimiento en monocultivo no suele alcanzar a los rendimientos de los cultivos rotados, aún cuando las deficiencias nutricionales son removidas por fertilización y las adversidades bióticas son controladas. Se ha sugerido en consecuencia la existencia de un efecto "rotación" que no puede ser atribuido a causas nutricionales o bióticas"<sup>60</sup>.

La suma de rotación e intensificación de la agricultura llevaría a distintos efectos positivos sobre el agroecosistema, más allá del objetivo de aumentar la cantidad de producción en función de los recursos. Por un lado, menores pérdidas de agua por escurrimiento, drenaje y evaporación del suelo, asociadas a una mayor evapotranspiración de los cultivos.

Por otra parte, menores pérdidas de nutrientes, también asociadas al balance hídrico más eficiente y a un aporte más frecuente de residuos vegetales, que incrementaría la actividad biológica y la estabilidad de los agregados del suelo.

A estos efectos podrían sumársele un balance menos negativo de nitrógeno, si se incluyen cultivos de cobertura con leguminosas, así como una mayor proporción de nutrientes asociados a las fracciones orgánicas del suelo<sup>61</sup>.

## Midiendo la sustentabilidad

El INTA, en el marco del Programa Nacional de Gestión Ambiental Agropecuaria, ha propuesto analizar el impacto ambiental de la producción agropecuaria argentina a través de indicadores que permiten cuantificar la sustentabilidad de los sistemas productivos. Dichos indicadores son:

---

<sup>60</sup> Caviglia, O. Rotación 2.0 Intensificación agrícola sustentable. En Actas del XIX Congreso de AAPRESID, Rosario 2011

<sup>61</sup> Caviglia, O. Idem.





- 1) La intensidad del uso de la tierra.
- 2) El consumo de energía fósil.
- 3) La eficiencia del uso de la energía fósil.
- 4) El balance del nitrógeno.
- 5) El balance del fósforo.
- 6) Riesgo de contaminación por nitrógeno.
- 7) Riesgo de contaminación por fósforo.
- 8) Riesgo relativo de contaminación ambiental por plaguicidas.
- 9) Riesgo relativo de erosión.
- 10) Nivel relativo de intervención.
- 11) Cambios en el stock de carbono.
- 12) Balance de gases invernadero.

El trabajo de los investigadores del INTA<sup>62</sup>, pionero en el país, determinó hacia 2002 que la producción agropecuaria pampeana tendía a, 1) incrementar la eficiencia de los combustibles fósiles; 2) reducir el riesgo de erosión de los suelos; 3) reducir la pérdida potencial de carbono del suelo; y 4) reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

El estudio determinó que a pesar de haberse intensificado la producción, con una creciente ocupación de los suelos con cultivos de cosecha, no se había incrementado el riesgo de un mayor impacto ambiental negativo, sino que por el contrario algunos indicadores habían mejorado. En ese sentido, la siembra directa y la labranza mínima actuaron mitigando el riesgo de la erosión (hídrica y eólica), mejorando la eficiencia del uso de la energía fósil y reduciendo la pérdida de carbono a la atmósfera.

La eficiencia en el uso de la energía fósil relaciona el consumo de combustibles no renovables con la energía producida por los cultivos, vinculando megajoules de energía fósil necesarios para producir un megajoule de producto. Cuando se comparan las eficiencias energéticas de distintos modelos agrícolas, se observa que para producir 1 Mj de producto (...), la pradera pampeana requirió solo una pequeña fracción de la energía utilizada en el norte de Europa<sup>63</sup>.

---

<sup>62</sup> Viglizzo, Ernesto et al. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2002.

<sup>63</sup> Ídem. Pág. 23.



Este trabajo dio origen al Agro Eco Index, una metodología de cálculo de la sustentabilidad agropecuaria estimable a nivel de productor. En el Siglo XXI distintas empresas agropecuarias y productores incorporaron la metodología de Agro Eco Index a la gestión productiva, como forma de obtener un balance del impacto ambiental de sus prácticas.

El Agro Eco Index incorporó como indicadores la eficiencia del uso del agua, en términos de agua consumida por energía producida por los cultivos, así como también la agrodiversidad. La ventaja de esta metodología es que utilizada a través del tiempo permite advertir en forma temprana desvíos en el manejo que puedan incrementar el riesgo ambiental.

Por el contrario, su evaluación campaña tras campaña, permite implementar correcciones de manejo que se traduzcan en una producción cada vez más intensiva con menor riesgo de impacto ambiental.

## 2.4) GENÉTICA Y BIOTECNOLOGÍA

Los crecientes rendimientos promedio de los cultivos en la Argentina involucraron un notable desafío, ya que se han logrado a pesar de tres factores que tienden a disminuirlos: 1) la expansión de la frontera agrícola a regiones de menor potencial; 2) la incorporación de tierras dedicadas a la ganadería que expresan rindes inferiores en los primeros años de la agricultura y 3) la superficie dedicada a cultivos de segunda, de menor rinde que los de primera.

A pesar de estos factores, el rendimiento de los principales cultivos ha crecido notablemente en los últimos 30 años (Cuadro IV).

**Cuadro III: Rinde promedio nacional del quinquenio, en kilogramos por hectárea.**

PERÍODO	GIRASOL	MAÍZ	SOJA	SORGO	TRIGO
1970/74	695	2.474	1.461	2.221	1.451
2005/09	1.577	6.681	2.646	4.567	2.525
Dif. kg/ha	882	4.207	1.184	2.346	1.075
Incremento	227%	270%	181%	206%	174%

Fuente: Adaptado de Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.

Entre el quinquenio 1970/74 y el de 2005/09 se incrementaron los rendimientos entre 174 y 270%, que expresados en valores absolutos significaron 4.207 kilogramos por hectárea más en el caso del maíz o 1.184 kg/ha en el caso de la soja.

Como se ha visto hasta ahora, en ello ha tenido una significativa participación el empleo del uso de fertilizantes, la utilización de fitosanitarios para el control de plagas, enfermedades y malezas, así como los cambios en el manejo de la producción introducidos por la siembra directa.

Sin embargo, toda esa tecnología se logró expresar sobre la base de un germoplasma que se fue mejorando gracias a la labor de los genetistas y la introducción a partir de mediados de los 90 de eventos biotecnológicos.

Desde sus inicios, en el desarrollo agrícola se expresó la preocupación del sector público por apuntalar la investigación en el mejoramiento de las semillas y en asegurarle la provisión al agricultor de un material óptimo desde el punto de vista de la genética.

Durante todo el Siglo XX, el Estado argentino por medio de la cartera agropecuaria incentivó la investigación y colaboró para que el productor accediera a una genética superior, estableciendo redes de ensayos comparativos de rendimiento para los principales cultivos, que orientaban la elección de las variedades para cada zona.

Adicionalmente generó un marco normativo para el desenvolvimiento de la tarea de mejoramiento genético, que encuentra un primer antecedente en la Ley de Granos 12.235 de 1935, donde un capítulo está dedicado al “fomento genético”



de los cultivos. La ley 20.247 de 1973 regula la obtención de cultivares mejorados, creando un sistema de reconocimiento de la propiedad intelectual para los obtentores.

No se puede dejar de mencionar el papel del sector público de Ciencia y Tecnología, en una primera instancia mediante las estaciones experimentales del Ministerio de Agricultura y a partir de 1958 por medio del INTA en el desarrollo de germoplasma.

A través del programa de mejoramiento de trigo del CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo), el padre de la Revolución Verde y Premio Nobel de la Paz, Norman Borlaug, tuvo un intenso intercambio con los genetistas argentinos, transfiriendo esa vasta experiencia a los investigadores locales.

Un reciente trabajo realizado por el Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca de la Nación describe la evolución de la oferta genética para los principales cultivos extensivos para el periodo de 30 años que va de 1980 a 2009.

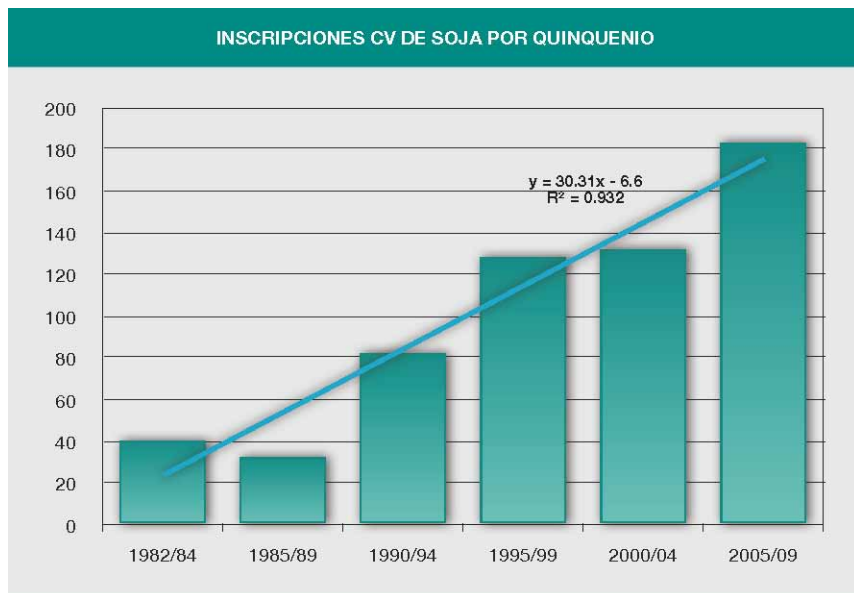
Los principales aspectos que señala este trabajo se refieren a:

- 1) El incremento de la oferta a lo largo de todo ese periodo. Hay que mencionar que solamente en el quinquenio 2005/09 se inscribió ante el Instituto Nacional de Semillas (INASE) entre el 24 y el 34% de todos los cultivares de maíz, sorgo, girasol, soja y trigo correspondientes al periodo de 30 años analizado.

El siguiente gráfico ilustra la evolución de la inscripción de variedades de soja, en una tendencia que acompaña la expansión del área del cultivo.



**Gráfico V:** Inscripciones de cultivares de soja en el Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares.



Fuente: MAGyP

- 2) En el caso de los híbridos (maíz, girasol y sorgo), se aprecia el reemplazo progresivo de híbridos dobles y triples, por híbridos simples, donde se logró combinar mayor potencial de rendimiento con estabilidad o seguridad de cosecha.

En el caso de maíz, sobre un total de 374 nuevos cultivares registrados ante el INASE en el periodo 2005/09, el 88% fueron híbridos simples, mientras que solo el 11% fueron híbridos triples, constituyendo menos del 1% variedades.

En el caso del girasol, sobre 182 materiales registrados en ese mismo periodo, el 90% correspondió a híbridos simples, contra el 10% de híbridos triples.

- 3) El germoplasma con incorporación de biotecnología pasó a dominar la oferta genética, relegando a posiciones minoritarias los cultivares no transgénicos. En el caso de la soja, las primeras variedades con el gen de resistencia a glifosato se inscriben en 1996 y representan el 31% del total de registros de ese



año. De 2006 en adelante, las variedades transgénicas representaron el 100% de las inscripciones.

En maíz, los primeros materiales transgénicos (en ese caso incorporando el gen de resistencia a insectos) se inscriben en 1997 y representan menos del 3% del total. Para 2009, los híbridos con inclusión de algún evento biotecnológico ya representaban el 87% del total.

- 4) Creciente participación de las obtenciones realizadas en la Argentina. Esto se percibe particularmente en el caso de la soja, un cultivo que fue promocionado durante la década de 1960 y comienza su expansión en los años 70 hasta consolidarse a partir de los 90.

El inicio del cultivo se hizo a partir de cultivares traídos del exterior (mayormente de los Estados Unidos), experimentados y adaptados a las condiciones agroecológicas argentinas. Las inscripciones hechas ante el INASE durante los 80 arrojan un total de 109 variedades, de las cuales el 72% eran introducciones desde el exterior.

En la primera década del Siglo XXI, el número de variedades inscriptas casi se triplica hasta alcanzar las 315, de las cuales el 75% tienen origen en la Argentina.

La excepción a esta tendencia es el trigo. En este cultivo dominaron en forma casi total las obtenciones argentinas hasta que a partir de fines de los 90 se inscriben las primeras variedades de origen europeo, caracterizadas por su mayor potencial de rendimiento.

En la década siguiente se acentuó el ingreso de introducciones, que resultaron el 31% del total de registros entre 2000 y 2009.

- 5) Nuevas tecnologías y perfiles nutricionales. Junto con la transgénesis, se incorporan a los cultivos nuevas tecnologías de mejoramiento como la mutagénesis, que le confieren al girasol, maíz y trigo resistencia a herbicidas (de la familia de las imidazolinonas) o en soja a los herbicidas sulfonilureas.



En el caso del girasol esta tecnología logra un impacto significativo al facilitar el control de las malezas, que queda reflejado en el ritmo de inscripciones de materiales con resistencia al herbicida.

Los primeros híbridos CL (sigla de la tecnología) se inscriben en 2003 y representan el 12% del total de registros de ese año. Para 2007 ya son el 27%, cifra que alcanza al 43% en 2008 y al 32% en 2009.

Por otra parte aparecen ya desde mediados de los 90 materiales de girasol con distintos perfiles de su composición de aceites, particularmente en lo que respecta al ácido oleico. En 2007, el 22% de los híbridos inscriptos de girasol tenían alguna de estas características, ya fuera de alto o medio contenido de ácido oleico. Para 2008 esa proporción fue de 30% y para 2009 de 12%.

Por último, la industria semillera combinó en su oferta al productor la resistencia a herbicidas con perfiles especiales de aceites, multiplicando las posibilidades a la hora del manejo y la estrategia de producción.

## **Aporte del mejoramiento al rendimiento**

Distintos trabajos han tratado de cuantificar el aporte que el mejoramiento genético le hizo a los crecientes rendimientos de los cultivos en la Argentina.

Desde la Estación Experimental del INTA en Paraná (Provincia de Entre Ríos), se coordinó entre 2000 y 2005 un trabajo de alcance nacional, donde se compararon cultivares de soja inscriptos entre 1980 y 2000, con el fin de determinar dicho aporte. Dicho trabajo encontró que sobre un incremento promedio del rendimiento nacional de soja entre 1980 y 2006 de 23 kilogramos por hectárea y por año, el mejoramiento genético era responsable del 62%, es decir de 14,3 kilogramos.

Para los autores "este aporte por parte del mejoramiento a la productividad de la soja en Argentina es mayor que el promedio histórico citado por Evans (1993, 50%). Se confirma, además, que los rendimientos de Argentina no están limita-



dos por el potencial de rendimiento de sus variedades, sino por factores relacionados con el ambiente y el manejo agronómico del cultivo"<sup>64</sup>.

El aspecto sanitario tal vez sea uno de los más relevantes en cuanto a la contribución para la expresión del potencial de rendimiento de la semilla. Uno de los hitos de la industria semillera fue la rápida reconversión de los cultivares de soja para incorporarles resistencia al cancro del tallo, enfermedad causada por el patógeno *Diaphorte phaseolorum var. Meridionalis*, que provocó importantes pérdidas durante las campañas 1996/97 y 1997/98 en la región pampeana núcleo<sup>65</sup>.

Respuestas similares fueron dadas para el nematodo del quiste, la mancha ojo de rana (MOR) y la roya de la soja. En el caso de MOR, su aparición focalizada a la región NOA a comienzos de la década del 2000 sirvió como base para que cuando en la campaña 2009/10 se expandiera a la región pampeana, la resistencia pudiera ser incorporada a los cultivares de grupo de madurez cortos, más difundidos en esa región.

En este aspecto, también se considera un logro del mejoramiento el haber impulsado el uso de variedades de soja del Grupo de Madurez V corto, IV fundamentalmente y III en la región pampeana central, lo que hizo posible alcanzar mayores rendimientos.

En el caso de esta oleaginosa, el sector público y los semilleros nucleados en ASA, llevan adelante la Red Nacional de Evaluación de Cultivares de Soja (RECSO) donde se testean en igualdad de condiciones los distintos cultivares que constituyen la oferta genética del productor y se elaboran recomendaciones de siembra por región.

En el caso del maíz, entre las campañas 1969/70 y 2009/10 el rendimiento promedio nacional pasa de 2.329 a 7.812 kg/ha, aumentando 335% y agregando cada año 137 kg/ha de rendimiento.

Sin embargo, esta ganancia promedio, como se observa en el siguiente gráfico, muestra una pendiente hasta los años 90 y a partir de allí otra más pronunciada.

---

<sup>64</sup> Santos, D. et al. Ganancia Genética en Soja entre 1980 y 2000. EEA INTA Paraná. Presentado en el Congreso Mercosoja de 2006.

<sup>65</sup> Pioli, R. Enfermedades de la soja en Revista Agromensajes, Marzo de 2000.



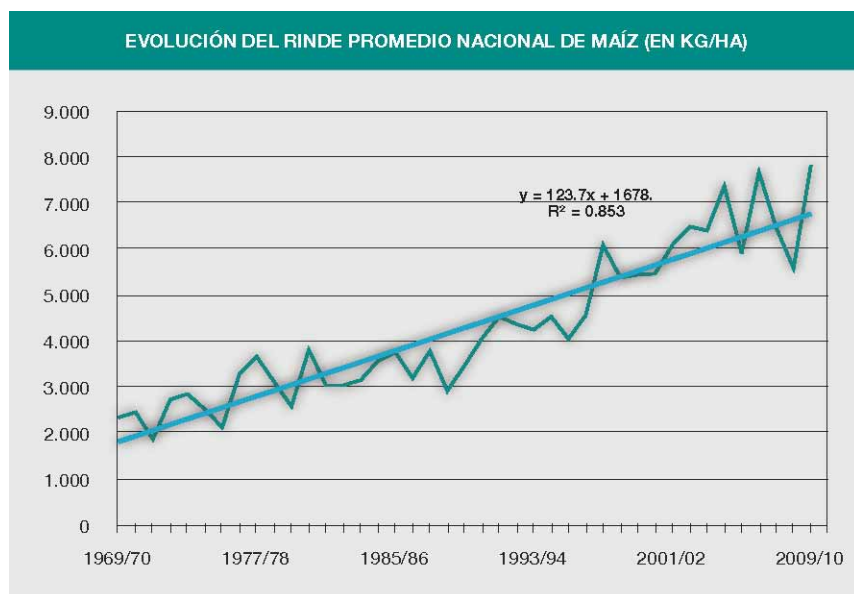


Otros autores descomponen la evolución de los rendimientos en periodos de diez años, atribuyendo cada estadio de productividad a la adopción de una tecnología determinada.

Durante los 70, el rinde promedio de 2.700 kg/ha se explica por la adopción masiva de híbridos dobles. En la década siguiente, el paso a la tecnología de híbridos triples explica un incremento de unos 700 kg/ha más, para llegar a los 90 con un promedio de 4.700 kg/ha que resulta de la conjunción de tecnologías tales como híbridos simples, siembra directa y fertilización<sup>66</sup>.

A partir de 2000 la expansión de los rindes obedecería al aporte de la biotecnología, el incremento en la fertilización, el riego y los sistemas de precisión.

**Gráfico Vi:** Evolución del rinde promedio nacional de maíz.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del MAGyP, Sistema Integrado de Información Agropecuaria.

<sup>66</sup> Citado en Mejoramiento Genético Vegetal y Biotecnología Aplicada, Casafe 2010.



En tanto, análisis realizados por mejoradores de la industria semillera a partir de sus propios ensayos y comparándolos con el resto del mercado concluyen que entre 1949/89 la ganancia promedio rondó los 86 kg/ha, duplicándose a partir de 1990 para alcanzar los 181 kg/hectárea.

Este cambio que se produce a partir de los 90 se explicaría por la masificación de los híbridos simples y la incorporación de la resistencia a insectos por vía de la transgénesis.

Otro aspecto destacable es que los rendimientos obtenidos en los ensayos a partir de 2000 se ubican en un rango de entre los 11.000 y los 12.000 kg/ha, es decir 3.000 a 4.000 kg/ha por encima del rinde promedio nacional, lo que habla de la productividad que es factible ganar por la agricultura argentina.

## **Biotecnología: una política de Estado**

La Argentina se cuenta entre los primeros países que entendieron que la biotecnología debía ser una herramienta que, una vez pasado una estricta evaluación, ayudaría al productor a mejorar los rendimientos de sus cultivos, contribuyendo además a una mayor sustentabilidad de la producción agrícola.

La Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP), como parte del MAGyP, cuenta con la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agropecuaria (CONABIA) cómo órgano de consulta y asesoramiento en la materia, con una conformación multidisciplinaria e interinstitucional<sup>67</sup>.

Las actividades relacionadas con la agrobiotecnología que lleva adelante la SAGyP están a cargo de la Dirección de Biotecnología, cuya responsabilidad primaria es gestionar las actividades vinculadas a la biotecnología y a la bioseguridad, especialmente en las autorizaciones de liberación al medio y comercialización

---

<sup>67</sup> La composición de la CONABIA está definida en la Resolución 437/2012 de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. La CONABIA esta integrada por representantes de organismos estatales (SENASA, INASE, Ministerio de Salud, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, INTA, la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres, AACREA, CONICET, Universidades, etc.) y asociaciones relevantes como la Asociación Argentina de Ecología, la Cámara Argentina de Biotecnología, la Asociación de Productores en Siembra Directa, la Asociación Semilleros Argentinos y la Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes, entre otras.



de organismos genéticamente modificados, y asistir en la definición de políticas y diseño de normas específicas en la materia.

El MAGyP ha definido a la biotecnología agropecuaria como una "política de Estado, fuerte y permanente", entendiéndola como "la herramienta tecnológica más eficiente para dar respuesta a la búsqueda de productividad de los sectores agrícolas de Argentina".

Bajo esta definición, la política oficial en la materia presenta varios ejes de acción. Por un lado en 2010-2012 se actualizó el marco regulatorio con el objeto de incrementar la accesibilidad de estas tecnologías por parte del productor, lo cual llevó a un notorio incremento en el ritmo de autorizaciones de OGM en maíz, soja, algodón y otros cultivos.

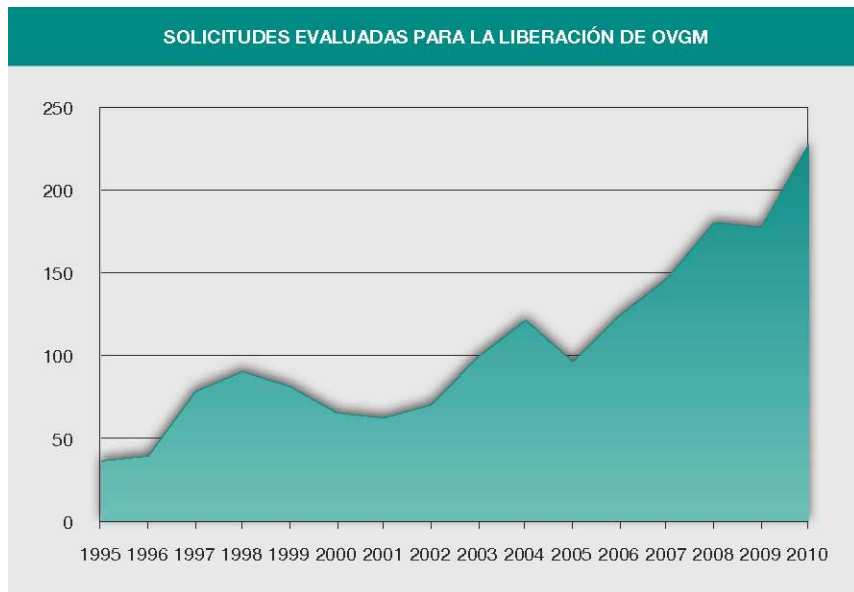
El nuevo marco regulatorio asimismo posibilitó un fuerte impulso a la producción de semillas transgénicas en contraestación. Bajo un estricto mecanismo de trazabilidad e inspección, la Argentina se posicionó como el primer país productor del hemisferio Sur, con exportaciones en el orden de los 280 millones de dólares.

Asimismo se mantiene una importante presencia en foros internacionales vinculados a la cuestión biotecnológica y se profundizaron las relaciones con los países de la región y los socios comerciales. En el caso de China, se instrumentó una mesa bilateral donde expertos de ambos países intercambian información tanto en materia regulatoria como de conocimiento científico.

El dinamismo del sector biotecnológico se puede comprobar en la cantidad de evaluaciones de permisos para experimentación que CONABIA evalúa cada año. De un promedio de 37,5 en el bienio 1995/96, se pasa a uno de 202 en 2009/10.



Gráfico VII (a): Las solicitudes evaluadas para la liberación de organismos vegetales genéticamente modificados.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del MAGyP

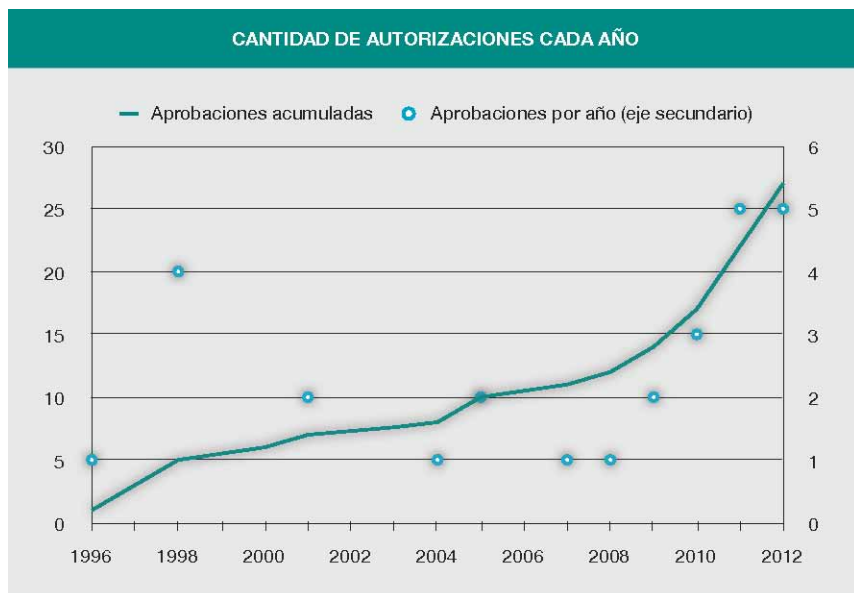
Como se observa en el gráfico precedente, la cantidad de solicitudes experimenta un fuerte incremento a partir de 2003, cuando se autorizan 99 evaluaciones, cifra que trepa a 227 en 2010, experimentando un incremento de 130% en ocho años.

Por otra parte se observa una gran diversidad tanto de tecnologías a evaluar, como de cultivos y solicitantes. Así se cuentan solicitudes de organismos públicos como el INTA, regionales como la Chacra Experimental Agrícola Santa Rosa (dedicada a caña de azúcar en las Provincias de Salta y Jujuy), además de las empresas privadas, sean nacionales o internacionales. Las innovaciones alcanzan a cultivos como el trigo, el cártamo, cítricos, alfalfa, algodón y arroz. En tanto, se evalúan tecnologías que van desde resistencia a herbicidas e insectos, hasta el mejoramiento de la calidad del producto (fibra de algodón), mejor comportamiento a sequía, mejor eficiencia en el uso de los recursos (nitrógeno), mayor calidad intrínseca (fibra de algodón, contenido de alfa amilasa en algodón), etcétera.



A noviembre de 2012, los productores argentinos cuentan con 27 tecnologías del tipo OGM liberadas comercialmente, entre eventos simples y apilados, la mitad de las cuales fueron autorizadas en los primeros tres años de existencia del nuevo Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación (véase gráfico a continuación). De este total, 20 corresponden al cultivo de maíz, 3 al de algodón y 4 al de soja.

**Gráfico VII (b):** Autorizaciones de eventos biotecnológicos en Argentina.



Fuente: Elaboración propia en base a datos del MAGyP


**Cuadro IV: Eventos biotecnológicos liberados para cultivos agrícolas.**

EVENTO	CULTIVO	CARACTERÍSTICA	FECHA LIBERACIÓN
40-3-2	Soja	Tolerancia a glifosato	Marzo 1996
176	Maíz	Resistencia a lepidópteros	Enero 1998
T 25	Maíz	Tolerancia a glufosinato de amonio	Junio de 1998
Mon 531	Algodón	Resistencia a lepidópteros	Julio 1998
Mon 810	Maíz	Resistencia a lepidópteros	Julio 1998
Mon 1445	Algodón	Tolerancia a glifosato	Abril 2001
Bt 11	Maíz	Resistencia a lepidópteros	Julio 2001
NK 603	Maíz	Tolerancia a glifosato	Julio 2004
TC 1507	Maíz	Resistencia a lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio	Marzo 2005
GA 21	Maíz	Tolerancia a glifosato	Agosto 2005
NK 603 x Mon 810	Maíz	Tolerancia glifosato y resistencia a lepidópteros	Agosto 2007
1507 x NK 603	Maíz	Tolerancia a glifosato y glufosinato de amonio y resistencia a lepidópteros.	Mayo 2008
Mon 531 x Mon 1445	Algodón	Tolerancia glifosato y resistencia a lepidópteros	Febrero 2009
Bt 11 x GA 21	Maíz	Tolerancia glifosato y resistencia a lepidópteros	Diciembre 2009
Mon 88017	Maíz	Tolerancia glifosato y resistencia a coleópteros	Octubre 2010
Mon 89034	Maíz	Resistencia a lepidópteros	Octubre 2010
Mon 89034 x Mon 88017	Maíz	Tolerancia glifosato y resistencia a lepidópteros y coleópteros	Octubre 2010
MIR 162	Maíz	Resistencia a lepidópteros	Mayo 2011
A 2704-12	Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	Agosto 2011
A 5547-127	Soja	Tolerancia a glufosinato de amonio	Agosto 2011
Bt11xGA21xMIR162	Maíz	Resistencia a lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio y glifosato.	Octubre 2011

Continúa en la siguiente página →



DP 098140-6	Maíz	Resistencia a glifosato y herbicidas que inhiben la ALS	Diciembre 2011
MIR 604	Maíz	Resistencia a coleópteros	Marzo 2012
Bt11xGA21xMIR162xMIR 604	Maíz	Resistencia a lepidópteros y coleópteros, y tolerancia a glufosinato de amonio y glifosato.	Marzo 2012
MON89034xTC1597xNK603	Maíz	Resistencia a lepidópteros y tolerancia a glufosinato de amonio y glifosato	Julio 2012
MON89034xNK603	Maíz	Resistencia a lepidópteros y tolerancia a glifosato	Julio 2012
MON87701xMON89788	Soja	Resistencia a Lepidópteros y Tolerancia a glifosato	Agosto 2012

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Dirección de Biotecnología.

## Una tecnología rápidamente aceptada

El primer evento desregulado fue el de resistencia al herbicida glifosato en soja, que fue un hito en la transformación del agro argentino, por la velocidad de adopción que tuvo por parte de los productores. Lo mismo ocurrió con los eventos de resistencia a insectos en maíz, que fueron seguidos por los de resistencia a herbicidas y las combinaciones de ambos.

Investigadores argentinos han llamado la atención sobre este fenómeno<sup>68</sup>. Utilizada por primera vez en la campaña 1996/97, para la campaña 2002/03 la soja resistente a glifosato ya ocupaba el total del área sembrada en la Argentina, en ese momento del orden de las 11 millones de hectáreas.

Esta tasa de adopción superó a tecnologías disruptivas para la agricultura argentina como fueron los híbridos de maíz, donde alcanzar un 90% del área con estos materiales demandó el periodo comprendido entre 1953 y 1980, o los trigos con germoplasma CIMMyT, que se extendió entre 1973 y 1989.

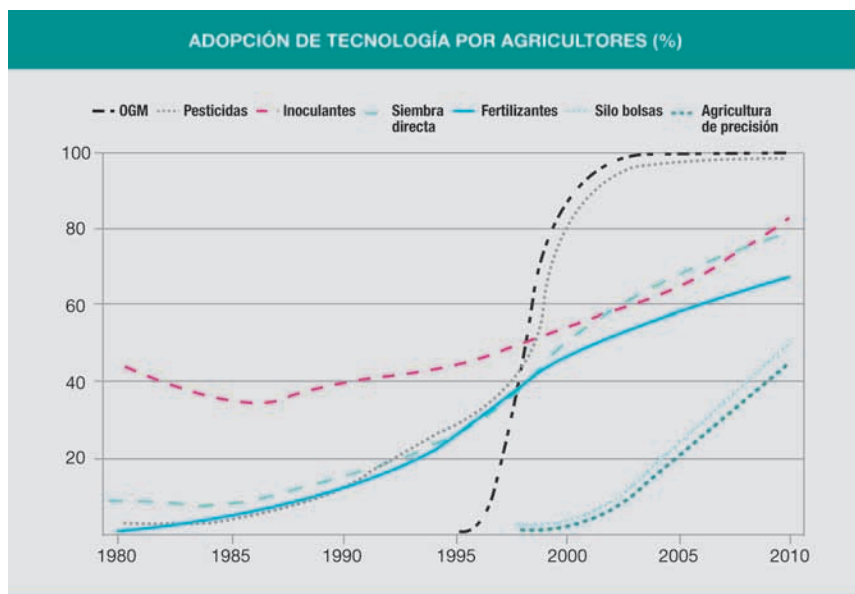
<sup>68</sup> Rossi, D. El contexto del proceso de adopción de cultivares transgénicos en la Argentina. UN de Rosario, 2006.



Incluso el avance de la soja RR en la Argentina fue más rápido que en los Estados Unidos, primer productor mundial de la oleaginosa. En ese país, nueve años después de su introducción, la superficie con cultivares transgénicos rondaba el 85%.

El siguiente gráfico permite apreciar la tasa de adopción de la tecnología transgénica por parte de los productores, en comparación con otras innovaciones.

**Gráfico VIII:** Curvas de adopción de distintas tecnologías en la Argentina.



Fuente: INTA Manfredi

En un trabajo que intenta mensurar el impacto de la biotecnología en la economía del sector agrícola, se concluye que entre 1996 y 2006, se generó un beneficio económico de u\$s20.221 millones, masivamente aportados por la soja (u\$s19.700) y muy en menor medida por el maíz (u\$s500 millones) y el algodón (u\$s21 millones)<sup>69</sup>.

<sup>69</sup> Trigo, E. y Cap, E. Diez años de cultivos genéticamente modificados en la agricultura argentina. 2006.





De ese total general, el 75% fue apropiado por los agricultores, mientras que los proveedores de tecnología capturaron un 10% y el Estado nacional el 15% restante.

En el caso de la soja, el principal factor de beneficio económico consistió en la posibilidad de realizar un cultivo de segunda, tras la cosecha del trigo, incrementando "virtualmente" la superficie agrícola en unas 3 millones de hectáreas.

Adicionalmente, existió una ventaja de tipo ambiental al reducir la presión sobre el uso de productos. En comparación con el manejo convencional sin un cultivo resistente al glifosato, la combinación de la siembra directa y la soja RR permitió reducir 83% el uso de herbicidas de clase toxicológica II, 100% los de Clase III y ampliar el uso del glifosato, perteneciente a la Clase IV.

Por su parte, el maíz es el cultivo que dispone de más herramientas biotecnológicas, ya que sobre un total de 27 eventos liberados oficialmente, concentra 20 en la actualidad. Los primeros eventos le confirieron resistencia a insectos lepidópteros, lo cual influyó positivamente evitando las pérdidas de rendimiento por *Diatraea saccharalis* (barrenador del tallo), que previo a la aparición de esta tecnología se estimaban en más del 20% de la producción.

Por otra parte, la tecnología Bt, como se la generalizó debido a que la proteína contra los insectos proviene del *Bacillus thuringiensis*, simplificó el manejo de las plagas y redujo el uso de insecticidas.

La introducción de esta herramienta impactó fuertemente en la presión de población de *D. saccharalis*, como se pudo comprobar en la red de monitoreo que coordina la Estación Experimental Pergamino del INTA. Ahí se aprecia que los picos de captura de insectos en la región pampeana pasaron de más de 800 en la campaña 1996/97, previo a la difusión de los híbridos Bt, a un medio centenar a partir de 2003/04.

Posteriormente se incorporaron eventos que le confirieron al maíz resistencia a *Spodoptera frugiperda* o gusano cogollero, una plaga de mayor presión en la región norte de la Argentina, lo que facilitó la expansión del cultivo fuera de los límites de la región pampeana central.



Asimismo se liberó el evento de resistencia al coleóptero *Diabrotica speciosa*, que protege a la planta del ataque de las larvas del insecto en el suelo.

Por otra parte, esta protección por la vía biotecnológica se alcanzó por medio de una diversidad de construcciones genéticas, ya que en el caso de lepidópteros el productor argentino puede optar entre Bt 11, Mon 810, Mir 162, Mon 89034 o TC 1507. También en el caso de tolerancia a glifosato dispone de dos opciones: NK 603 o GA 21, adicionando la resistencia al herbicida glufosinato de amonio, presente en la construcción TC 1507.

La incorporación de la biotecnología al germoplasma de maíz creció sostenidamente desde la campaña 1998/99 en adelante. En el quinquenio 2005/09, el 74% de los híbridos simples de maíz inscriptos ante el Instituto Nacional de Semillas contenía algún evento biotecnológico, contra el 45,6% del quinquenio 2000/04<sup>70</sup>.

De los híbridos transgénicos inscriptos ante el INASE, el 59% incorporaban únicamente resistencia a insectos, mientras que otro 25% lo hacía a herbicidas y el 16% restante sumaba tolerancia a herbicidas con resistencia a insectos.

En tanto, para la campaña 2008/09 solo el 20% del área maicera argentina se sembraba con materiales convencionales, es decir no transgénicos. Del 80% restante, el 45% correspondían a híbridos resistentes a insectos, mientras que el apilado de resistencia a insectos y tolerancia a herbicidas -una tecnología que ha sido recientemente liberada- ya acumulaba un 22%, quedando el 13% restante para materiales tolerantes a herbicidas únicamente.

Por otra parte, se debe adicionar a estas herramientas transgénicas la obtención de materiales resistentes a los herbicidas de la familia de las imidazolinonas por la vía de la mutagénesis. Estos maíces se encuentran disponibles para los productores solos o en combinación con alguna de las posibilidades de resistencia a insectos.

---

<sup>70</sup> Evolución de la Oferta Genética para los Cultivos Extensivos de la Pampa Húmeda. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. 2011.



## Marco institucional en el sector semillero

Como se ha mencionado, la Argentina cuenta con un marco legal que regula la producción y el comercio de semillas, así como brinda protección al trabajo de los obtentores reconociendo la propiedad intelectual sobre los cultivares desarrollados.

La Ley de Granos 12.253, de 1935, ha sido considerada un hito ya que significó la intervención del Estado en la fiscalización y normalización del mercado semillero<sup>71</sup>. Esa ley establecía la obligatoriedad de la intervención del Ministerio de Agricultura de la Nación para el lanzamiento de nuevos cultivares, por medio de ensayos oficiales y la fiscalización obligatoria de la producción, así como la forma de comercialización (en bolsas y con rótulos oficiales).

El sistema fue perfeccionado en 1973 con la sanción de la Ley 20.247 de Semillas y Creaciones Fitogenéticas que introduce como novedad el reconocimiento de la labor del obtentor mediante la entrega de un título de propiedad por un plazo de hasta 20 años. Por otra parte delimita el objeto de la protección legal -el nuevo cultivar- a aquellas obtenciones que cumplan con las condiciones de novedad, distinguibilidad, homogeneidad y estabilidad.

La norma creó el Registro Nacional de Cultivares y el Registro Nacional de la Propiedad de Cultivares. En el primero se inscriben todos los cultivares que se identifiquen por primera vez con destino a la comercialización, mientras que en el segundo se inscriben aquellos protegidos por títulos de propiedad.

En lo que hace al sistema de gobernanza institucional, la Ley creó la Comisión Nacional de Semillas (CONASE), como órgano de asesoramiento de la autoridad de aplicación, donde participan representantes del sector público y privado.

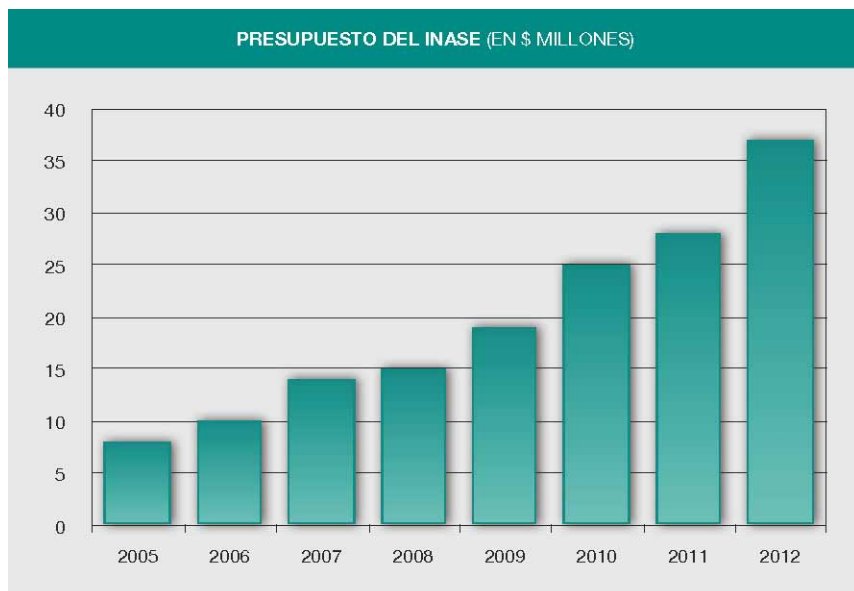
El INASE fue fortalecido presupuestariamente, pasando de recursos por \$7,92 millones para 2005 a \$36,75 para 2012.

---

<sup>71</sup> Gutierrez, M. y Jacobs, E. La industria de Semillas en la Argentina. Documentos del CISEA, 1985.



Gráfico IX: Evolución del presupuesto del Instituto Nacional de Semillas.



Fuente: Elaboración propia en base a datos provistos por la Oficina Nacional de Presupuesto

Por otra parte, por medio de la Ley 24.376, promulgada en octubre de 1994, la Argentina adhiere al Acta 1978 del Convenio Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales, que a su vez reconoce el sistema de protección de los derechos de obtentor vigentes en el país. La UPOV es una organización intergubernamental, con sede en Ginebra, al cual adhieren 70 países<sup>72</sup>. Prácticamente la totalidad de los países latinoamericanos que forman parte de esta unión adhieren al Acta 1978 de la organización, a excepción de Costa Rica y Perú.

El sistema de protección de las obtenciones vegetales se enlaza con el sistema de patentes, que protege los derechos de los desarrolladores de eventos biotecnológicos, introducidos en el germoplasma vegetal. Para ello el país cuenta con la Ley de Patentes de Invención y Modelos de Utilidad 24.481 y su Decreto Reglamentario 260/1996. Por otra parte, el Instituto Nacional de Propiedad

<sup>72</sup> Cantidad a abril de 2012. Fuente: [www.upov.int](http://www.upov.int)



Industrial (INPI), mediante la Resolución 243 de diciembre de 2003, aprobó las directrices para el patentamiento de materia viva.

En este sentido, la legislación argentina no reconoce la patentabilidad de las variedades vegetales, pero sí de "las sustancias modificadas respecto a su estado natural y las sintéticas distintas a las naturales, son patentables (ejemplo: ADN, plásmidos, proteínas, enzimas, lípidos, azúcares, virus, fagos, priones etc., modificados)", lo cual crea un sistema sui generis de protección integrado por la Ley de Semillas 20247 y la Ley de Patentes 24.481 cuando se trata de cultivares transgénicos.

## 2.5) AGRICULTURA DE PRECISIÓN Y AGRICULTURA POR AMBIENTES

En los últimos veinte años, la agricultura argentina inició un cambio importante de la mano de dos grupos de tecnologías: la agricultura de precisión y la agricultura por ambientes. La primera se desarrolló antes e influyó para evolucionar y consolidarse en la segunda.

### Agricultura de precisión

Acompañando la expansión de las tecnologías de posicionamiento satelital o georeferenciación a escala mundial, el INTA presentó oficialmente en 1997 el Programa de Agricultura de Precisión (AP), instalándolo en la Estación Experimental de Manfredi (Córdoba).

El disparador de la puesta en marcha del programa estuvo vinculado a los viajes que técnicos de esa experimental venían realizando a universidades del Cinturón Verde de los Estados Unidos y al Farm Progress Show a mediados de los 90. En 1994 y 1995 la principal novedad que detectaron los visitantes era el uso del geoposicionamiento de las cosechadoras para elaborar mapas de rendimiento de los lotes, lo cual permitía dimensionar la variabilidad productiva de los distintos ambientes.

La inquietud por traer esta tecnología a la Argentina hizo que ya en la campaña 1995/96 se realizara el primer mapa de rendimiento. Ello ocurrió en la localidad



de Monte Cristo, en el centro de Córdoba, por la asociación entre los técnicos del INTA Manfredi, proveedores de tecnología, contratistas rurales y productores. Es posible decir, entonces, que este fue el punto de partida de la Agricultura de Precisión en la Argentina.

La identificación de la variabilidad espacial dentro de la unidad de producción (lote), expresada por medio de las diferencias de rendimiento, resultó el primer paso para pasar del concepto de manejo promedio del lote e ingresar al de manejo en función de la potencialidad del ambiente.

En la profundización del conocimiento de las causas de la variabilidad, a los mapas de rendimiento se le fueron sumando nuevas capas de información (fertilidad, materia orgánica, posición en el terreno) hasta lograr la correlación entre esos factores y el potencial de rendimiento esperado.

La posibilidad de equipar a la maquinaria con sensores y sistemas que permiten variar la aplicación de insumos (semilla, fertilizante, agroquímicos) terminó de cerrar el círculo hacia lo que se denomina la agricultura de precisión, dando paso a la agricultura por ambientes.

En el desarrollo de esta tecnología mucho tuvo que ver la interacción entre el sector productivo, la industria de la maquinaria y los investigadores públicos del INTA y las universidades. Estos últimos difundieron y validaron las tecnologías, para que las adoptara el agricultor, que resultó a su vez una fuente de retroalimentación sobre mejoras y nuevas necesidades, para los diseñadores de la maquinaria y los agrocomponentes.

La aceptación de esta tecnología fue vertiginosa y es fácil de apreciar por la venta o colocación de equipos precisos en la maquinaria. Por ejemplo, en el caso de monitores de rendimiento, de 50 cosechadoras que tenían colocada esta tecnología en 1997 se ha pasado a 7.450 en 2010.

En tanto, en este último año existían ya 12.298 pulverizadoras con banderillero satelital, contra ninguna en 1997, mientras que las sembradoras con monitores pasaron de 400 a 12.560 en ese lapso.



Otra tecnología clave para la agricultura de precisión fueron los equipos capaces de aplicar los insumos en forma variable, sean semillas, fertilizantes o fitosanitarios. En el caso de las sembradoras fertilizadoras, para 2010 ya había 1.804 equipos con esta tecnología en la Argentina, mientras que 600 fertilizadoras para productos líquidos también ofrecían esa posibilidad en dicho año<sup>73</sup>.

Otra tecnología que comienza a ganar terreno son los sensores remotos para la aplicación variable en tiempo real de nitrógeno, herramienta que permite aplicar el nutriente en aquellas zonas del lote donde se percibe un estado subnutricional. En 2010 se contabilizan 27 equipos ya instalados en aplicadores.

El siguiente cuadro brinda una idea de la magnitud de la incorporación de elementos de agricultura de precisión a la realidad productiva.

**Cuadro V:** Evolución de equipos de AP instalados en maquinaria agrícola 2000 - 2010

EQUIPO	2000	2010	VARIACIÓN
Monitor de Rendimiento	450	7.450	1.555%
Dosis variable para semilla y fertilizante (sólidos y líquidos)	6	2.404	39.966%
Monitores de siembra	1.000	12.560	1.156%
Banderilleros satelitales (aéreos y terrestres)	360	13.098	3.538%
Guía automática	0	1.150	
Sensores de nitrógeno en tiempo real	2	27	1.250%
Corte por sección en pulverizadoras y sembradoras	0	650	

Fuente: Adaptado de INTA.

Un hecho auspicioso, colateral al que implica que el productor agrícola tenga a disposición esta tecnología, es que buena parte de ella es desarrollada y fabricada por empresas argentinas. En el caso de los monitores de siembra, desde INTA Manfredi se señala que el 100% del mercado está en manos de unas 10 compañías argentinas, que además exportan, mientras que en el caso de dosificadores de siembra y fertilización la industria nacional detenta una participación del 90 por ciento.

<sup>73</sup> Proyecto Agricultura de Precisión y Máquinas Precisas. Actualización Técnica 9, febrero de 2011.



También se señala un avance en los monitores de rendimiento, originalmente de origen extranjero y muy vinculado a la procedencia de las cosechadoras. Con el crecimiento de la participación de las máquinas de origen nacional, los fabricantes locales de monitores lograron una penetración del 20% en el mercado. "Lo importante es que la industria nacional de agropartes de alta complejidad está creciendo en su participación, es competitiva en venta y prestación y también posiciona a la maquinaria agrícola nacional en un plano de competitividad tecnológica ya que resulta evidente que la demanda global está direccionada hacia máquinas cada vez más automatizadas e inteligentes", sostienen desde el Programa<sup>74</sup>.

Puesto en valores relativos, para 2009 se estimaba que el 95% de las pulverizadoras estaban equipadas con banderilleros satelitales, cerca del 30% de las sembradoras con monitores, el 25% de las cosechadoras con monitores de rendimiento (pero que por tecnología representan el 40% del área cosechada, aproximadamente) y 5% de las sembradoras con tecnología de dosificación variable.

De acuerdo con el Programa, en un futuro entre el 15 y 25% del valor de una maquinaria agrícola estará dado por sus componentes inteligentes, es decir electrónica, software y comunicación, por lo cual resulta estratégico para el país desarrollar esta industria de alta complejidad.

Así, en 2010 la Argentina junto con Brasil lideran en Sudamérica la adopción de esta tecnología de avanzada. Pero en relación a la superficie agrícola, la Argentina muestra mayores niveles de adopción de maquinaria inteligente, particularmente en lo referido a monitores de rendimiento, monitores de siembra y aplicación variable de insumos, mientras que en Brasil las grandes extensiones de los lotes llevan a que en ese país se destaque la adopción de banderilleros satelitales, auto-guías y pilotos automáticos. Por otra parte, Brasil resulta un mercado de unos 25.000 tractores anuales contra unas 6.000 unidades del argentino.

El desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC's) permite la transmisión de datos desde los equipos agrícolas a los tomadores de decisión. Ya se verifica en algunos equipos el uso de sistemas de control a distancia (colocados en las sembradoras, pulverizadoras, cosechadoras, tolvas balanza, etc.), para transmitir por GPRS/GSM mensajes de texto, comunicando

---

<sup>74</sup> Rol de la Red de Agricultura de Precisión en el Proceso Productivo. INTA. 2010.





el funcionamiento de la maquinaria que se encuentra trabajando a campo. Con este equipamiento se pueden observar en tiempo real la velocidad, la densidad de siembra y dosis de fertilización en sembradoras como así también el caudal de aplicación en pulverización junto con las condiciones óptimas de trabajo registrado por una estación meteorológica.

Una agricultura organizada en redes de prestadores de servicios, la posibilidad de conocer en tiempo real a qué velocidad está avanzando la sembradora, cómo está distribuyendo el fertilizante y la semilla, o cómo están rindiendo los lotes, abre la ventana a implementar una gestión de precisión en la producción agrícola.

Otras posibilidades que abre la agricultura de precisión es la referida a la utilización de sensores remotos, para la aplicación eficiente de los insumos. A continuación se mencionan las nuevas tecnologías que se están incorporando de manera creciente en la mecanización agrícola:

- a) Desarrollo de sensores para detectar malezas;
- b) Algoritmos para fertilización variable en maíz, trigo y caña de azúcar basados en sensores remotos activos;
- c) Mejoras en la determinación de proteína y aceite mediante el empleo de sensores montados sobre la cosechadora;
- d) Evaluación de sistemas de autoguía en el cultivo de maní, trigo y soja;
- e) Evaluación de equipos de electroconductividad para guiar la aplicación de correctivos de suelo en forma variable;
- f) Detección de napas y tosca mediante georadar y capacitación y orientación técnica a empresas fabricantes e importadoras de maquinas precisas.

En cuanto a los sensores, existe una cantidad de utilidades que están comenzando a difundirse en el mercado.

- » Sensores de índice verde y biomasa activos y pasivos para regular la dosis de nitrógeno en gramíneas.
- » Sensores de índice verde en picadoras autopropulsadas de forraje para regular en tiempo real el largo de picado de maíz.
- » Sensores de flujo de material en el embocador en cosechadoras, sensores de potencia consumida, para adecuar automáticamente la velocidad de avance de



las cosechadoras al rendimiento del cultivo y al índice de alimentación total de la cosechadora.

- » Máquinas guiadas satelitalmente o por sensores en su dirección.
- » Cosechadoras con sensores tipo láser para posicionar la barra de corte con el ancho exacto.

En la actualidad, la Red de Agricultura de Precisión del INTA involucra a diez estaciones experimentales, tres agencias de extensión rural y dos institutos (de Ingeniería Rural y de Clima y Agua), además de la coordinación del INTA Central<sup>75</sup>.

A su vez, dentro del programa hay dos componentes centrales. El primero se refiere al desarrollo y aplicación de máquinas y agrocomponentes precisos, y el segundo al desarrollo y aplicación de la tecnología de la Agricultura de Precisión a los cultivos. Es decir que mientras por un lado el programa se concentra en todo lo relativo a la maquinaria y los componentes (sensores, software, comunicación, automatización, etcétera), por el otro se busca plasmar la aplicación de la tecnología en el manejo de los cultivos.

Paralelamente, la Red de AP involucra a unas 730 empresas de maquinaria agrícola, de las cuales unas 290 son "agropartistas" y otras 30 son "agropartistas de alta complejidad".

Institucionalmente participan de la red la Cámara Argentina de Fabricantes de Maquinaria Agrícola (CAFMA), la Asociación de Fábricas Argentinas de Tractores (AFAT), la Fundación CIDETER y los gobiernos provinciales donde se encuentra radicada la mayor parte de esta industria, entre otros.

El objetivo que plantea la red es "contribuir al incremento de la producción agropecuaria a través del aumento de la productividad y competitividad del sector agropecuario y agroindustrial con sustentabilidad, mediante el desarrollo, adopción y promoción de nuevas tecnologías que faciliten el manejo diferencial de ambientes productivos y de los factores que influyen en el mejoramiento de la cantidad y calidad de los alimentos exportados".

---

<sup>75</sup> Bragachini, M. Noveno Curso Internacional de Agricultura de Precisión. 2010.



## Agricultura por ambientes

La difusión y adopción de tecnologías englobadas en la llamada agricultura de precisión permitió a técnicos y agricultores visualizar la heterogeneidad existente en la unidad de producción, generalmente denominada lote o potrero.

Esa heterogeneidad no solo se debe a factores edáficos, topográficos o morfológicos propios del suelo, sino también a los provenientes del manejo por parte del productor (antrópicos).

Mediante la interpretación de los mapas de rendimientos, superpuestos a otras capas de información (texturas, niveles de nutrientes, materia orgánica, posición en el terreno, etcétera), más la toma de muestras del suelo, se pudo determinar que la variabilidad existente a nivel de lote llega a superar la existente entre regiones.

Esto da lugar a un manejo agronómico que se separa del concepto de lote como unidad de producción demarcada por alambrados, para dar lugar a uno en función de las características ambientales, lo cual involucra fundamentalmente la aplicación diferencial de insumos.

Existen en la Argentina zonas agroecológicas donde la heterogeneidad de los suelos es particularmente elevada. Se ha podido verificar en campos en la zona de Tandilia que mientras que en el 13% de un lote se obtenían rindes entre 5.900 y 6.700 kg/ha de trigo, en otro 20% se cosechaban entre 1.900 y 2.700 kg/ha<sup>76</sup>.

Comprobaciones como esta abrieron la posibilidad de realizar un manejo no ya por lote sino en función de los distintos ambientes existentes en él. Algunos profesionales señalan que en la región conocida como Pampa Arenosa (en el oeste de la Provincia de Buenos Aires) se dan condiciones de gran variabilidad espacial del ambiente, lo cual abre la posibilidad de aplicar un manejo por sitio específico, en particular para el cultivo de maíz, aplicando los insumos en forma variable.

Esto puede significar una variación de hasta 100 kilogramos de fertilizante nitrogenado por hectárea, entre el ambiente de mayor y menor potencial, o pasar de

---

<sup>76</sup> Sznajder, et al. Agricultura por ambientes como herramienta para la toma de decisiones. Presentación en el Congreso A Todo Trigo 2009.



una densidad de 80.000 plantas a otra de 40.000 en el caso de esa gramínea de verano, con la consiguiente mejora en la eficiencia del costo en insumos.

En esta región se ha determinado asimismo que los rendimientos de soja pueden variar fuertemente en función de la posición del lote en el terreno o el tipo de suelo. Mientras que en los bajos los rendimientos pueden promediar los 4.700 kg/ha, en la loma caen a 2.300 kg/ha. De la misma forma, en suelos de alta productividad, generalmente Hapludoles típicos o énticos, levemente ácidos y con bajos contenidos de sodio, la soja puede expresar rendimientos de 3.700 kg/ha, mientras que en Hapludoles thapto árgicos o nátricos, con limitaciones por contenido de arcilla o sodio, el rendimiento de la oleaginosa caía a 1.700 kg/ha<sup>77</sup>.

Estos estudios cobran relevancia en función del avance de la agricultura sobre campos que originalmente se dedicaban a la ganadería. En este proceso que forma parte de la realidad productiva argentina, pasó a ser clave la posibilidad de separar los microambientes existentes en un lote y aplicarles un manejo diferenciado. Esta información, cruzada con fecha de siembra, densidad y grupo de madurez, permite corregir manejos y buscar los techos de rendimiento. En el caso mencionado en el párrafo anterior, fechas de siembra tardía de la soja en suelos Hapludoles thapto árgicos mejoraron significativamente los rindes.

Otro ejemplo hace referencia a que en la Pampa Arenosa el nivel de fósforo presente en el suelo tiende a ser inferior al umbral de respuesta a la fertilización en los ambientes de mayor potencial y superior en los de menor potencial. Así, cuando se adecua la dosis de fertilizante según el potencial del ambiente, se produce un ahorro en el insumo y una mejora en el margen económico, gracias al uso eficiente de los recursos.

En el caso de la fertilización nitrogenada variable en función del potencial ambiental se deben cumplir tres condiciones: a) variabilidad en la calidad del suelo y la topografía del terreno; b) alta demanda del nutriente por parte del cultivo; y, c) alta variabilidad de rendimiento<sup>78</sup>.

---

<sup>77</sup> Barraco, M. et al. Productividad de soja en suelos con capacidad agrícola limitada en la Pampa Arenosa. Presentación en el XXII Congreso de la Ciencia del Suelo. 2010.

<sup>78</sup> Melchiori, R. Experiencias y Perspectivas para el manejo sitio específico de nitrógeno, EEA INTA Paraná. Actas del XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. 2004.



De todos modos, "no todos los campos argentinos poseen la misma posibilidad de éxito frente a la tecnología de aplicación de insumos variable. Algunos campos con grandes posibilidades de obtener respuesta económica a la aplicación variable de insumos son aquellos que, debido a una nueva sistematización de los lotes, engloban sitios de diferentes potencialidades de rendimiento por una historia de agricultura totalmente distinta que dejó la impronta por muchos años. Este es el caso de muchos círculos de riego, que por un mejor aprovechamiento logístico, los equipos de riego abarcan antiguos potreros que anteriormente estaban delimitados por alambrados y tenían distintos usos agronómicos, lo que aumenta la variabilidad natural de fertilidad dentro del círculo"<sup>79</sup>.

La posibilidad de realizar este manejo por ambientes se ha hecho posible gracias a la disponibilidad de equipos que permiten la aplicación variable de los insumos. En la actualidad, el productor argentino cuenta con sembradoras que permiten variar la densidad de semilla y la dosis de fertilizante aplicados en función del ambiente por el cual va pasando.

También existen sensores de infrarrojo cercano (NIRS, según sus siglas en inglés) que permiten la aplicación variable de agroquímicos en función de la presencia de malezas en el terreno, o sensores de nitrógeno en planta (índice verde del cultivo) que en tiempo real pueden controlar la aplicación del nutriente al cultivo.

La posibilidad de pasar de un manejo por lote o potrero a uno por ambientes es la resultante de tres acciones:

- » Delimitación de los ambientes.
- » Caracterización de los ambientes.
- » Reglas de decisión.

Algunos trabajos van determinando el impacto económico que puede tener pasar de un manejo tradicional a otro por ambientes. Uno de ellos aborda el caso de un establecimiento en la zona conocida como Mar y Sierras (sudeste de la Provincia de Buenos Aires), donde el potencial de rendimiento está determinado por la profundidad efectiva del suelo, determinada por la presencia de tosca. Allí, el

---

<sup>79</sup> Bragachini, M. et al. Manejo sitio específico de cultivos. INTA Manfredi. Proyecto de Agricultura de Precisión. 2002.



maíz es el cultivo que más diferencia muestra en rendimiento en función de esa variable, mientras que los cultivos de invierno (trigo, cebada) registran menores oscilaciones.

En función de este dato, el establecimiento se dividió en un ambiente de suelos profundos y otro de suelos someros. En el primero, la rotación se basa en maíz y girasol, mientras que en los suelos poco profundos (someros) se hace un tercio de soja de primera, un tercio de trigo/soja de segunda y un tercio de cebada/soja de segunda.

En comparación, el manejo tradicional daba una sola rotación entre cultivos de verano y de invierno. En este caso, el ambiente "profundo" implicó un paquete tecnológico acorde a mayores rendimientos esperados, mientras que en el somero se lo acotó a los rindes esperados.

De esta manera, mientras que en el modelo tradicional, el margen bruto promedio se calculó en 425 dólares por hectárea, en el manejo por ambientes se elevó a 523 u\$s/ha en el profundo y 405 u\$s/ha en el somero, dando un promedio de u\$s484 por hectárea, es decir 59 dólares por encima del manejo tradicional<sup>80</sup>. A nivel del establecimiento, de 460 hectáreas, el manejo por ambientes significaba más de 27.000 dólares anuales de beneficio económico.

El ajuste entre conocimiento, comportamiento del cultivo y manejo por ambientes evoluciona en muchas direcciones. En la zona Mar y Sierras, los técnicos del movimiento CREA han correlacionado no solo rendimiento en función de la profundidad efectiva de los suelos, sino también de factores como la pendiente del terreno. El maíz acentúa la caída de rindes en los suelos someros, cuando la pendiente del terreno supera el 1%.

También se ha podido determinar que distintos cultivares expresan performances diferentes según la profundidad efectiva del suelo. De esta manera existen materiales más estables, que sembrados en ambientes de baja productividad (suelos someros) expresan rendimientos superiores a aquellos de mejor desempeño en los ambientes de alta productividad.

---

<sup>80</sup> Blanchard, G. CREA Arroyo Los Huesos, agricultura por ambientes. Jornadas Mar y Sierras. 2010.



De la misma manera se ha vinculado la profundidad del suelo con el antecesor de la soja, hallando diferencias según se llegue a la siembra sobre rastrojos de maíz o proveniente de un verdeo de invierno.

Se alcanza así a dos conceptos de manejo por ambiente, a escala macro y a escala micro, que son definidos de la siguiente manera:

- » **Macroambientación:** Se agrupan ambientes con características similares de manera de manejarlos independientemente. El manejo del macroambiente se basa en el armado de distintas secuencias de cultivos. Tiene impacto económico alto en el sistema.
- » **Microambientación:** Es el ajuste fino del paquete tecnológico de cada macroambiente, de manera de maximizar la relación insumo-producto. Este ajuste se hace a través del manejo de distintas dosis de fertilizantes, distintas variedades, distintas densidades de siembra, etc. Estos ajustes se hacen en función de la heterogeneidad del macroambiente<sup>81</sup>.

Si bien no hay un dimensionamiento preciso de la superficie que se maneja en función del potencial de cada ambiente, esta tecnología va ganando terreno en el país entre técnicos y productores, hasta convertirse en un punto saliente de la agenda de las principales reuniones técnicas sobre agricultura.

Se trata de una tecnología de proceso, de bajo costo pero de alto impacto, que en definitiva significa "cambiar el paradigma del alambrado por el de byte georeferenciado"<sup>82</sup>.

## 2.6) EL FACTOR CONOCIMIENTO

Por sí sola la tecnología no habría sido suficiente para producir una transformación en la agricultura argentina de la magnitud de la ocurrida desde fines del

---

<sup>81</sup> Blanchard, G. Ídem.

<sup>82</sup> González Venzano, Santiago. Citado en "Del Alambre al punto georreferenciado: la agricultura por ambientes", de Agustina López Martí, 2010.



Siglo XX y principios del XXI. En esta evolución el papel del productor y los profesionales agrónomos fue determinante para incorporar y mejorar la tecnología disponible.

El primer aspecto, ampliamente estudiado, es el modelo organizacional de producción agrícola que comienza a tomar forma en los años 90 y se consolida iniciado el Siglo XXI. Este modelo se caracteriza por el cambio de la práctica agrícola y su reconfiguración en una red de especialistas vinculados entre sí por contratos.

"Conviven al interior del sector (agrícola) dos modelos de organización de la producción en el marco de un cambio de paradigma. Por un lado existen producciones donde la propiedad de la tierra coincide con quien desarrolla la actividad y lo hace en base a sus propias máquinas y equipos. Otra gran parte de la producción es desarrollada por empresas que no poseen tierras ni equipos, pero que operan como coordinadoras de factores productivos, corren con el riesgo de las operaciones y se convierten en epicentro de múltiples contratos en el marco de las redes productivos (...). Entre ambos modelos existe una multiplicidad de formas intermedias de organización"<sup>83</sup>.

Por un lado aparecen los oferentes de insumos y servicios, que comprende tanto a las empresas proveedoras y distribuidoras de fitosanitarios, genética, biotecnología y nutrientes, como a quienes los aplican en el campo. Estos últimos son los contratistas de maquinaria agrícola, organizaciones especializadas cuyo capital está constituido por el equipamiento necesario para brindar a quien gestiona la producción a campo el servicio de siembra, pulverización, cosecha y embolsado entre muchas otras labores.<sup>84</sup>

De esta manera, el productor no necesita ser el propietario de la maquinaria sino que puede contratarla, sea a porcentaje (práctica frecuente en la cosecha) o por superficie trabajada. Con esta especialización, los denominados contratistas amplían su escala de trabajo, lo cual le permite por un lado mantener un equipamiento renovado que incorpora los últimos avances tecnológicos y por el otro brindar su servicio en tiempo y forma.

---

<sup>83</sup> Bisang, R., Anlló, G., Campi, M. "Una revolución no tan silenciosa. Claves para repensar el agro en la Argentina. CEPAL Argentina.

<sup>84</sup> *Ibidem*.





Este fenómeno también guarda relación con el achicamiento de la "ventana" temporal para realizar las distintas operaciones agrícolas, es decir el plazo con que el productor cuenta para concretar una determinada labor, como puede ser la fertilización, la siembra, la aplicación de un fungicida o la cosecha.

Paralelamente se fue desacoplando también la relación entre la propiedad de la tierra y la gestión de la producción agrícola. Muchos propietarios de campos fueron dejando la actividad para alquilárselos en primer lugar a vecinos que buscaban ampliar la escala o, en segundo término, a las denominadas "asociaciones de siembra" o "pooles" que se extendieron en la agricultura extensiva pampeana.

Algunos autores<sup>85</sup> han hallado que el nivel de cuidado del suelo y/o de aplicación de insumos (tecnología) no difiere significativamente entre campos manejados por sus propios dueños y los operados por grupos de siembra. Se trata de una evidencia significativa, dado que se estima que una proporción relevante de la agricultura extensiva se realiza en campos alquilados, mayormente a renta fija, lo cual supone a priori que el arrendatario podría explotar inadecuadamente el recurso suelo para obtener el máximo retorno en función del costo del alquiler.

Por último, aparece la figura de quien gestiona la red de producción agrícola, que puede ser originalmente un agricultor o un Ingeniero agrónomo, que vuelca su *expertise* y su conocimiento técnico para asegurar los mejores resultados y coordina y gestiona los distintos actores del negocio.

Integrando la red aparecen otras figuras, que se vinculan a los servicios de comercialización, acopio del grano y logística. Muchas veces estos mismos actores pueden ser parte de la asociación de siembra aportando desde los insumos hasta capital para encarar la campaña agrícola.

Otro actor relevante lo constituyen distintas organizaciones vinculadas a la generación y transferencia de conocimiento, que tanto pueden ser de carácter general, como por región o por cultivo.

---

<sup>85</sup> Brescia, V. y Lema, D. "Separación entre propiedad y control de la tierra: evidencia a partir del análisis de microdatos censales". Instituto de Economía y Sociología del INTA. 2006.



## El sector público en la generación de conocimiento

Desde 1956 la Argentina cuenta con el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), un organismo estatal descentralizado con autarquía operativa y financiera, dependiente del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, que ha liderado el proceso de generación y transferencia de conocimiento para el sector agropecuario.

El INTA cubre la totalidad del territorio productivo argentino, así como las distintas actividades que en él se desarrollan, a partir de una estructura de 5 centros y 16 institutos de investigación, 15 centros regionales, 50 estaciones experimentales y más de 300 unidades de extensión, que ponen a la entidad en contacto directo con el productor, el profesional asesor y la comunidad rural.

Con más de 7.200 trabajadores, la mayoría de ellos técnicos o profesionales agropecuarios (unos 1.200 contarán con postgrados en 2013), y un presupuesto que para 2012 se fijó en \$1.600 millones (unos 370 millones de dólares, aproximadamente), el INTA refleja la importancia que el Estado argentino ha otorgado y otorga al conocimiento como herramienta de transformación y desarrollo con equidad e inclusión en el ámbito rural.

A lo largo de sus 56 años, el instituto ha sido protagonista de los grandes avances tecnológicos del campo argentino, desde la mecanización masiva a la agricultura de precisión, pasando por la adopción de híbridos, la Revolución Verde en el trigo o la difusión del cultivo de la soja.

Ya en los años 60, colaboró con el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) para el desarrollo y la incorporación del germoplasma de trigo mexicano a los materiales argentinos. El éxito de esta visión tecnológica, que implicaba una mejora en los rendimientos de entre 20 y 30%, se verificó en la década siguiente, cuando en solo tres campañas la presencia de variedades con esta genética pasó de 1% (1973/74) a 34% (1976/77), para alcanzar el 85% de la superficie hacia la década de los 80. Las variedades obtenidas en el programa de mejoramiento de trigo del INTA, con cabecera en Marcos Juárez, cubrían el



60% de esa superficie con genética mexicana, mientras que el resto provenía de semilleros de origen nacional<sup>86</sup>.

De la misma manera, el INTA jugó un papel relevante en la producción y difusión de híbridos de maíz, inscribiendo en 1959 los primeros híbridos simples desarrollados en el país y que se habían obtenido en la Estación Experimental de Pergamino.

En los años 60, el INTA fue una pieza esencial para la adaptación masiva del cultivo de la soja, cuya superficie hasta inicios de esa década no llegaba a las 10.000 hectáreas. Además de establecer un programa específico, la red de agencias de extensión, particularmente las de la pampa húmeda, fueron las receptoras de las inquietudes y consultas de los productores que avizoraban el potencial que la oleaginosa tendría para la Argentina. Y fueron en esas mismas agencias, como San José de la Esquina y Casilda (Santa Fe), donde se potenció la experimentación adaptativa del cultivo a las condiciones agroecológicas de la región<sup>87</sup>.

En la actualidad, el INTA participa en el desarrollo de tecnologías de frontera como es la genómica. En sus institutos se trabaja para obtener cultivares de alfalfa resistentes a herbicidas y a estrés de tipo abiótico (salinidad y sequía). Lo mismo ocurre con maíz y soja. En el caso de la papa, se trabaja en lograr por transgénesis cultivares resistentes a virosis.

Además de haber inscripto más de 800 cultivares en los registros oficiales (que administra el Instituto Nacional de Semillas), el INTA obtuvo por mutagénesis cultivares de arroz resistente a los herbicidas de la familia de las imidazolinonas, ampliamente adoptados por los productores argentinos porque facilita el control de malezas, lo cual permitió extender la zona de explotación de este cereal más allá de la región mesopotámica. El éxito de estas variedades trascendió las fronteras y tuvo una alta adopción por parte de los productores de arroz del Brasil.

---

<sup>86</sup> Alvarado, O. Difusión de la tecnología y su impacto sobre los modelos productivos. En La Argentina 2050 La Revolución Tecnológica del Agro. Casafe. 2010.

<sup>87</sup> Preciado Patiño, J. Los orígenes del cultivo de la soja en la Argentina. Conferencia en la Fiesta Nacional de la Soja, Arequito Santa Fe. 2010.



De esta forma, iniciado el Siglo XXI, el INTA se convirtió en embajador de la tecnología agrícola argentina, difundiendo en todo el mundo. En colaboración con cámaras de maquinaria agrícola, las organizaciones técnicas de productores, gobiernos provinciales y otros organismos públicos, el MAGyP a través del INTA, difundió el paquete tecnológico de la agricultura extensiva en regiones tan disímiles como el Mar Negro, Sudáfrica o Venezuela.

Este paquete está compuesto por la tecnología de la siembra directa y la maquinaria adecuada para esta práctica, junto con los productos fitosanitarios y el silo bolsa para la conservación de los granos en postcosecha. Esto influyó en el fuerte incremento que experimentó la exportación de maquinaria agrícola, principalmente sembradoras y pulverizadoras, que pasó de 10,3 millones de dólares en 2002 a 260 millones de dólares en 2010, con una proyección a u\$s460 millones para 2015.

Gráfico X: Exportación de maquinaria agrícola argentina.



Fuente: INTA. Proyecto Agricultura de Precisión.



Por otra parte, numerosas delegaciones internacionales viajaron a la Argentina en busca de cooperación para la transferencia del know how agrícola. Solo en el periodo 2007/2011 se suscribieron 179 convenios de cooperación internacional sean de tipo bilateral, multilateral, horizontal o triangular<sup>88</sup>. Estos acuerdos implican la relación bilateral de cooperación con 38 países.

## Las organizaciones técnicas privadas: AACREA y AAPRESID

La creación del INTA se vio acompañada casi en simultáneo con el nacimiento de los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA), una iniciativa privada inspirada en el modelo de desarrollo y difusión tecnológico de los agricultores franceses.

Los CREA, nucleados en una organización de segundo grado (la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola - AACREA), junto con la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), surgida a fines de los 80 para difundir la siembra sin labranzas convencionales, son dos instituciones referentes en lo que hace a la experimentación agrónoma. De hecho ambas forman parte de la Unidad Ejecutora del Programa AI del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, junto con representantes del sector público.

Sus congresos convocan a miles de productores y técnicos, y las jornadas a campo, junto con seminarios regionales constituyen un complejo entramado de difusión de conocimiento, que cubre todas las situaciones productivas y avanza hacia las fronteras del conocimiento.

En estas reuniones, los técnicos de las organizaciones comparten sus hallazgos con sus pares del INTA o de empresas de insumos, formando una verdadera red de inteligencia colaborativa. Este modelo se basa en que el investigador o experto expone sus hallazgos para abrir la discusión, frente a un panel con alto grado de especialización y conocimiento, cuyas "devoluciones" agregan valor a la cuestión debatida, lográndose un resultado aún superior al inicialmente lanzado.

---

<sup>88</sup> INTA. Informe de Gestión de la Dirección Nacional 2007/11.



Los CREA nacen en 1957 a instancias del empresario rural Pablo Hary, que toma la idea de los Centros de Estudios de Técnicas Agrícolas, que los productores de punta franceses estaban organizando en ese país.

La base de los CREA es la generación de conocimiento compartido a través de la experimentación. El primer consorcio se forma en 1957 en el área de Henderson-Daireaux (provincia de Buenos Aires), a partir de un grupo que conforma el propio Hary con otros once productores. Los grupos CREA son precisamente de diez a doce productores de una misma región que se organizan con un presidente y un técnico asesor, para el intercambio de experiencias tecnológicas y de manejo, y la colaboración mutua para la toma de decisiones.

A través de más de medio siglo de existencia, los Grupo CREA no solo han sido pioneros en la generación de conocimiento, sino también en la transferencia del mismo al resto de la sociedad. Los principales profesionales de la agronomía y veterinaria han estado ligados a este movimiento, cuyos cuadros también han sabido ser parte de la gestión pública tanto a nivel nacional como provincial. En la actualidad, 1.932 empresas agropecuarias conforman más de 200 grupos que integran AACREA, lo cual involucra una superficie cercana a las 5 millones de hectáreas.

AAPRESID, en tanto, es una organización más reciente que tiene un objetivo específico: la difusión de la siembra directa en la Argentina. Fue fundada en 1989, cuando el paradigma agrícola dominante era la labranza convencional. El núcleo fundador resultó de la convergencia entre investigadores, como Rogelio Fogante que había trabajado en el núcleo del INTA Marcos Juárez en los 70, productores como el santafesino Víctor Trucco y técnicos vinculados a las empresas de agroquímicos como Eduardo López Mondo.

AAPRESID fue la organización que se involucró en la problemática del productor local, cuya rentabilidad estaba amenazada por la erosión (hídrica y eólica), los costos crecientes y una productividad que estaba lejos de su potencial.

"Lo que siempre buscamos fue promover el intercambio, la difusión, que la gente viera y transmitiera a su manera la siembra directa. Al principio la gente pensaba que estábamos locos, pero cuando veía que la soja crecía (sembrada sin labranza) preguntaba cómo habían hecho. Y así empezó todo", recuerda en 2010,



Trucco, bioquímico de profesión, productor rural en San Jorge (Santa Fe) y presidente honorario de la asociación.

El rol de AAPRESID en el hecho de que en la actualidad el 80% de la agricultura argentina se realice bajo el sistema de siembra directa está fuera de discusión. Su organización se caracterizó por su sistema de participación directa. Los productores podían asistir a las reuniones técnicas a campo y en seminarios sin necesidad de pertenecer a la asociación, las reuniones eran "a tranquera abierta". También por la confluencia con dos sectores muy vinculados a esta tecnología, como fueron las empresas proveedoras de agroquímicos y los fabricantes de maquinaria agrícola, principalmente de sembradoras.

La asociación actuó como facilitador en la transferencia del conocimiento que había sobre la siembra directa a los agricultores, potenciada sobre la sinergia existente entre los distintos sectores de la cadena involucrados. Con el tiempo, se fueron organizando regionales, donde los productores comparten problemáticas comunes y una administración central, con base en Rosario (Santa Fe) que coordina y apoya tanto las regionales como los proyectos.

"Hoy, la respuesta a la productividad es el conocimiento y sobre todo cómo ese conocimiento se aplica a tiempo, cómo hacemos para que la decisión se tome a tiempo y tenga un efecto concreto en los rendimientos, un tema que se vuelve más crítico en la medida que mayor es la escala de producción", señala Trucco.

En los últimos años, AAPRESID lanzó un proyecto de Agricultura Certificada (AC), con el objeto de asegurar la gestión de calidad ambiental y productiva en los planteos bajo siembra directa. El sistema de AC consta de dos elementos básicos: un manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA); y un protocolo de uso, medición y registro de indicadores de gestión ambiental, con foco en el recurso suelo<sup>89</sup>.

En lo que respecta a las BPA, están constituidas por la siembra directa y el mantenimiento de cobertura (de rastrojos o cultivos) sobre el suelo, rotación de cultivos, manejo integrado de plagas, manejo eficiente y responsable de los agroquímicos, nutrición estratégica y gestión de la información ganadera (en el caso de explotaciones mixtas).

---

<sup>89</sup> En [www.ac.org.ar](http://www.ac.org.ar)



La otra exigencia se refiere a la acción de documentar, medir y registrar la gestión agronómica, para llegar a un protocolo, paso previo a ingresar en la fase final de auditoría y certificación.

Asimismo se introduce en este proyecto lo relativo a los indicadores de gestión, es decir patrones físicos y químicos del suelo que permiten conocer la evolución del sistema bajo una gestión sustentable.

## Conocimiento en la Red

Las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC's) han sido ampliamente adoptadas en la cadena agroindustrial argentina, integrándose a la competitividad sistémica de la actividad.

La transmisión de información por medio de dispositivos telefónicos móviles o la internet ha facilitado sensiblemente la gestión de la producción y la empresa agropecuaria, incrementando el rendimiento del factor humano.

En lo estrictamente agronómico, las TIC's fueron descubiertas tempranamente hasta integrarse ya como una forma de generar conocimiento en red, de manera colaborativa. Tal vez uno de los mejores ejemplos surge en Pergamino a partir de un grupo de profesionales que potencian su asesoramiento utilizando el espacio digital de la web.

Se trata de un grupo de profesionales agrónomos con el objetivo de "convertir información en conocimiento y mejorar la gestión de las decisiones". La clave reside en la protocolización de la información que los técnicos comparten y que la torna comparable entre sí.

En ambientes de alta heterogeneidad, como puede ser el llamado Oeste arenoso de la provincia de Buenos Aires, este modo de compartir y acceder a la información mejoró el conocimiento sobre la relación entre distintas variables edáficas y la respuesta de los cultivos.





Al mismo tiempo, las herramientas digitales permiten a un público específico tener un seguimiento en tiempo de los ensayos que la red está realizando, ya que toda esa información se encuentra protocolizada y georeferenciada. Una comunidad de alrededor de 400 personas, entre productores y técnicos, seguía las novedades a través del sitio web. Se estimaba que en 2010, la información cubría un área en torno a las 800.000 hectáreas, cuyo seguimiento se encontraba disponible vía internet.

## El perfil del productor y la formación de profesionales

La base de la pirámide agroindustrial argentina, es decir el agricultor, es reconocida por varias características:

- a) Una actitud claramente positiva hacia la incorporación de tecnología.** Desde la siembra directa hasta la agricultura por ambientes, pasando por la biotecnología o la maquinaria de precisión, la tasa de adopción por parte de los productores fue particularmente alta.
- b) Una neta vocación por la productividad.** Sin subsidios de ningún tipo, a diferencia de lo acontecido en los países desarrollados, históricamente el productor local ha buscado maximizar su beneficio económico buscando mayores rindes para sus cultivos.
- c) Capacidad para asumir el riesgo.** Asumir los riesgos propios de la agricultura, es decir la incertidumbre climática, la volatilidad de los precios o la dinámica de los mercados forma parte de la cultura productiva.
- d) Incorporación de conocimiento para la gestión.** En forma creciente el productor posee formación profesional en el área, incluso de posgrado. Por otra parte, este conocimiento no queda limitado al específicamente agropecuario sino que se expande al management empresario o los aspectos organizacionales de la gestión.
- e) Innovación y motivación emprendedora.** El productor agropecuario argentino ha desarrollado respuestas ingeniosas a sus desafíos, como ha sido el



almacenamiento de granos en silos bolsas. Conocimiento que exporta hacia otras regiones agrícolas del mundo.

Respecto de la formación profesional un estudio realizado en 2009 concluye que el productor argentino es en, términos relativos, un emprendedor joven y con alta capacitación<sup>90</sup>.

"El gerenciamiento de los establecimientos encuestados se encuentra mayoritariamente en manos de productores jóvenes y altamente capacitados. De este modo se observa que cuanto más grande es el segmento del establecimiento agropecuario, más jóvenes son los tomadores de decisión y mayor es su nivel de educación", sostiene el informe que parte de una encuesta a 502 productores de cultivos extensivos de las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe. Por ejemplo, en el segmento de los productores de 601 a 1.840 hectáreas, el 41% había completado alguna educación universitaria, mientras que otro 11% poseía posgrado.

A medida que se avanzaba en la escala de producción, esta tendencia se acentuaba. Entre los productores de entre 1.841 y 9.999 hectáreas, el 61% poseía formación universitaria, mientras que entre los megaprodutores (10.000 o más hectáreas) se rozaba el 90%.

Respecto a lo que destaca el estudio, la Argentina cuenta con una red de 34 universidades nacionales públicas y 8 privadas donde se cursan carreras vinculadas a las ciencias agropecuarias, con un despliegue territorial que permite cubrir las demandas de conocimiento de las distintas realidades productivas.

Para 2009<sup>91</sup>, el número de aspirantes que ingresaban a las carreras agrarias era de unos 7.000 alumnos con un stock de estudiantes en torno a los 37.000 y más de 1.500 egresados cada año.

En comparación con la situación a fines de los 90, estos números representan un incremento de más del 50% en la cantidad de alumnos cursando carreras agropecuarias y del 73% en los graduados.

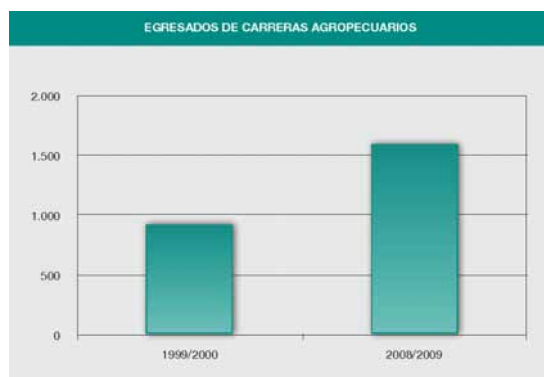
---

<sup>90</sup> Centro de Agronegocios y Alimentos de la Facultad de Ciencias Empresariales de la Universidad Austral: Encuesta de Expectativas. 2009.

<sup>91</sup> Ministerio de Educación de la República Argentina: Estadísticas Universitarias, Anuarios 2007, 2008 y 2009.



Gráficos XI y XII: Alumnos en carreras agropecuarias y cantidad de egresados.



Fuente: Ministerio de Educación, 2010.

Alrededor del 90% de los alumnos estudian en universidades públicas, siendo las de Buenos Aires, Córdoba y Rosario las de mayor matrícula, sumando en su conjunto el 25% del total.

Por resolución 254/2003 del Ministerio de Educación de la Nación, la Ingeniería Agronómica constituye una carrera de interés público. Este status lo detentan aquellas carreras reguladas por el Estado "cuyo ejercicio pudiera comprometer el interés público, poniendo en riesgo de modo directo la salud, la seguridad y los bienes de los habitantes", por lo cual, las facultades donde se dicta la carrera deben ser acreditadas periódicamente por la CONEAU.



Este mecanismo implica un reaseguro sobre la calidad de la formación de los profesionales agropecuarios, ya que se establecen contenidos curriculares básicos, carga horaria mínima y criterios de intensidad de la formación práctica que las facultades deben acreditar para poder otorgar el título.

Asimismo se han extendido los cursos de postgrado, maestrías y doctorados que dictan las universidades, generando una oferta de capacitación para los profesionales que cubre no solo el arco propiamente agronómico, sino también lo relativo a la gestión de la empresa agropecuaria, la economía agraria o los agronegocios. La oferta académica hace posible que estos cursos sean dictados en el ámbito de las mismas empresas u organizaciones sectoriales, descentralizando el conocimiento hacia el territorio donde se está creando riqueza con la agricultura.

En lo que respecta al sector académico, desde 1997 las facultades de agronomía se organizan en la Asociación Universitaria de Enseñanza Agropecuaria Superior (AUDEAS). Este organismo es el ámbito para el debate de los planes de estudios y el perfil buscado para los graduados, cuyas conclusiones son elevadas al Ministerio de Educación para su consideración.

Un aspecto relevante del sistema universitario es que las facultades deben acreditar su currícula ante la CONEAU, mecanismo que garantiza la calidad de la enseñanza y de los graduados<sup>92</sup>.

Por otra parte, el sistema universitario lleva adelante una acreditación a nivel de los países del MERCOSUR, Chile y Bolivia. Más de cinco facultades argentinas han realizado exitosamente este proceso, siendo sus títulos equiparados a los otros cinco países.

En tanto, existe una creciente interacción entre las organizaciones tecnológicas públicas y privadas con el sistema universitario. Por citar solo un ejemplo, el acuerdo entre AACREA, la empresa de fertilizantes Profertil (fabricante de urea en la Argentina) y la cátedra de Cereales de la FAUBA, hizo posible el desarrollo del Programa Triguero, un software de simulación para la decisión de la fertilización nitrogenada en el cultivo de trigo. En el desarrollo intervinieron unos 500

---

<sup>92</sup> 9 Liliana Ramírez: entrevista publicada en Semanario Infocampo, Nro. 389, mayo de 2011.



productores pertenecientes a 70 grupos CREA, lo que constituyó una excelente red de inteligencia colaborativa.

Por otro lado, las organizaciones locales se integran en otras regionales o continentales compartiendo conocimiento y visiones. AAPRESID integra la Confederación de Asociaciones Americanas para la Agricultura Sustentable (CAAPAS), junto con entidades similares del resto de los países del continente americano que promueven la siembra directa y otras prácticas sustentables.



## Capítulo 3

# Hacia una agricultura con más inteligencia



MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN



## → Capítulo 3

# HACIA UNA AGRICULTURA CON MÁS INTELIGENCIA

En marzo de 2011, por Resolución ministerial 120/2011, se creó el Programa Agricultura Inteligente (AI) con el fin de “consolidar una agricultura competitiva y eficiente que atienda la sustentabilidad y agregue valor a la producción agropecuaria nacional”. El programa se propuso el reto de encontrar formas de producción más sustentables, a través de una agricultura de procesos, con un enfoque sistémico, de mejora continua y manejo adaptativo de los sistemas de producción, que mantenga o incremente los servicios ecosistémicos y gestione la heterogeneidad ambiental, bajo un escenario de cambio climático. A su vez, contribuirá al desarrollo de herramientas que permitan adelantarse a cuestiones comerciales estratégicas, potenciando las acciones ya desarrolladas y promoviendo la realización de nuevos proyectos.

El Programa AI está conformado por una Unidad Ejecutora, establecida en la misma resolución, la cual es presidida por el Secretario de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, e integrada por representantes (titular y suplente) del MAGyP, el INTA, el SENASA, el PROSAP, la FAUBA, AACREA y AAPRESID.

Las funciones de la mencionada Unidad Ejecutora consisten en:

- a)** Acordar un reglamento de funcionamiento (y su modificación);
- b)** Constituir equipos técnicos para cumplir con los objetivos del Programa Agricultura Inteligente;
- c)** Priorizar actividades o sectores en los que se coordinarán acciones;
- d)** Seleccionar proyectos que cumplan con los objetivos del Programa;



- e) Articular las acciones entre las partes, tanto en su seguimiento como en la evaluación del impacto.

La Unidad Ejecutora adoptará el consenso como mecanismo para la toma de decisiones: de no lograrse, el tema en cuestión deberá ser abordado en la siguiente reunión pautada, a fin de alcanzar el acuerdo. En caso de no alcanzarlo, se definirá por votación, requiriéndose una mayoría de dos tercios.

Durante el año de su puesta en marcha, la Unidad Ejecutora avanzó en la identificación y formulación de los proyectos enmarcados en el Programa AI. A continuación se describen las características más sobresalientes y el estado de situación de algunos de ellos.

### 3.1) PROMOCIÓN DE LA ENERGÍA DERIVADA DE LA BIOMASA

El objetivo de este proyecto es incrementar la producción de energía derivada de biomasa a nivel local, provincial y nacional para asegurar a la sociedad un creciente suministro de energía renovable, limpia, firme y competitiva mientras se abren nuevas oportunidades para el desarrollo del sector agropecuario, forestal y agroindustrial del país.

El proyecto trabaja siguiendo tres líneas de acción: La primera está dedicada al fortalecimiento institucional a través de la cual se forman recursos humanos y se crea la infraestructura necesaria para impulsar el uso sustentable de la biomasa para energía; la segunda, está orientada a desarrollar estrategias provinciales para el establecimiento de emprendimientos mediante una incubadora de proyectos bioenergéticos; y la tercera, se focaliza en la realización de campañas de comunicación, sensibilización, extensión y difusión de conocimiento para los decisores políticos, empresarios, asociaciones civiles y públicas en general para el fortalecimiento de la política bioenergética nacional.

En esta primera etapa (2012-2015), el proyecto espera incorporar la generación de 200 MW eléctricos y 200 MW térmicos. Para este logro se debe incrementar el consumo de biomasa en 4 millones de toneladas equivalentes de petróleo por año, para pasar del actual 3,5% al 10% de la oferta interna de energía primaria.





Para ello, se requieren unas 12 millones de toneladas de biomasa a partir de cultivos energéticos, residuos agropecuarios y foresto-industriales, entre otros. Esta última cifra representa solo una porción del gran potencial existente de biomasa disponible para la generación de energía que cuenta nuestro país.

Asimismo, la generación de 400 MW, llevará a un ahorro anual de 9.200 millones de pesos, resultantes de la reducción de la importación de petróleo y la movilización de inversiones por un monto estimado en 3.500 millones de pesos, generando un número importante de nuevos puestos de trabajo que se sumarán a los 20.000 trabajadores ya existentes en el sector.

El proyecto además trabaja en el fortalecimiento de la provisión de servicios energéticos modernos para mejorar la calidad de vida en al menos 30 comunidades, la ampliación equitativa de oportunidades, la diversificación económica y la extensión de procesos de inclusión social.

En términos ambientales, el proyecto en estos primeros tres años, evitará la emisión anual de 9,5 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>, minimizando los efectos negativos de la disposición inadecuada de residuos con beneficios locales derivados de la reducción de la contaminación de cursos y cuerpos de agua, suelos, y de la ocurrencia de incendios.

Por último, se espera que el PROBIOMASA actúe en el largo plazo como catalizador de un proceso de implementación de biorrefinerías, en las cuales se aprovechen todos los subproductos (residuos) y fracciones biomásicos para la producción integrada de alimentos, energía y químicos, con el consiguiente desarrollo de las economías regionales donde se establezcan.

### 3.2) DETERMINACIÓN DE EMISIONES DE LOS BIOCOMBUSTIBLES

A partir de una producción del cultivo de soja que oscila en torno a las 50 millones de toneladas, en los últimos años la Argentina logró ubicarse como tercer productor mundial. Asimismo, en función a las inversiones realizadas por el sector privado, el país se convirtió en el primer exportador mundial de biodiesel



obtenido a partir de aceite de soja, exportando 1,55 millones de toneladas en el año 2012, y teniendo como principal destino la Unión Europea (UE).

Según las estimaciones realizadas por la Fundación Bariloche (2007) bajo la metodología propuesta por el IPCC (Directrices IPCC 1996 y Manual de Buenas Prácticas IPCC 2001), en la Argentina, las emisiones directas de N<sub>2</sub>O por la actividad agrícola, fueron aumentando con el correr de los años. En particular, según la metodología de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del IPCC (1996, 2001), la producción de soja, que creció en forma sostenida desde 1990, explicó alrededor del 95% de las emisiones del sector agrícola. Sin embargo, estas estimaciones de emisiones de GEI del cultivo de soja se realizaron en base a metodologías que contemplan el uso de factores de emisión por defecto estipulados por el IPCC. Por lo tanto, los resultados obtenidos de estos cálculos no reflejan la realidad de nuestro país. En tal sentido, si se asume que los aportes por residuos agrícolas son enterrados en los suelos, y en realidad en unas 14 millones de ha. se realiza siembra directa (SD), estas estimaciones no estarían informado verdaderamente la influencia de este sistema de cultivo en las emisiones GEI.

Por otro lado, en el año 2009, la UE sancionó la Directiva 28/2009, que establece el marco para la promoción de la energía renovable para los países miembros. Esta normativa específica, entre otros, los objetivos nacionales de cuotas de energía de fuentes renovables para el transporte y criterios de sustentabilidad para los biocombustibles. Dentro de estos criterios, uno de ellos establece que la reducción de emisiones de GEI derivada del empleo de biocombustibles deberá ser como mínimo del 35% con respecto a los combustibles fósiles que reemplacen. En particular para el caso del biodiesel de soja, la Directiva establece un valor por defecto de ahorro de GEI del 31% (implementada en diciembre de 2010). El hecho de que países importadores de este biocombustible fijen entre otras medidas, umbrales de ahorro en la emisión de GEI, supone una barrera para su comercio internacional.

En efecto, estas normativas plantearon una gran preocupación en el sector de biodiesel en Argentina, por lo cual se comenzaron a coordinar acciones entre el sector público y privado, a fin de establecer negociaciones e intercambio de información sobre la cadena de biodiesel en Argentina, con el Centro Común de Investigaciones (JRC, por sus siglas en inglés) y con la Dirección General de Energía de la Comisión Europea. Como resultado de ello surgió una primera misión integrada



por técnicos, científicos, funcionarios y empresas (MAGyP, Cámara Argentina de Biocombustibles (CARBIO) e INTA). En la misma, se buscó demostrar internacionalmente la sustentabilidad del biodiesel argentino, para lo cual se expusieron los resultados de los cálculos de ahorro de emisiones GEI de la producción de biodiesel de soja, tomando en cuenta a la SD como sistema de cultivo en las diferentes zonas productivas en Argentina. Los resultados presentados fueron sustancialmente superiores a los establecidos por la directiva de la UE.

Por último, recientemente, la Comunidad Europea (CE) presentó una nueva propuesta para integrar la normativa, la cual se encuentra fuertemente influenciada por el debate alimentos vs. biocombustibles. La medida más importante es que los biocombustibles a base de cultivos alimenticios van a contabilizar por no más del 5% del consumo de energía en el sector transporte para el 2020. Tal es así, que se considera reducir la utilización de biocombustibles convencionales (primera generación) por considerarlos un obstáculo para alcanzar los objetivos de reducción de contaminación. Para ello, se presentó un listado de productos prioritarios que constituirían una transición hacia biocombustibles con altos ahorros de emisiones incluyendo en el cálculo el cambio indirecto en el uso de la tierra (ILUC, por sus siglas en inglés): productos que contabilizan doble y productos que contabilizan cuádruple. Por otro lado, serán establecidos factores del ILUC por materia prima, que para el caso de los cultivos oleaginosos el factor de emisión estimado es el más elevado (55 g CO<sub>2</sub> eq/MJ).

En tal sentido, la Argentina enfrenta el desafío de constituir un equipo de trabajo institucional que analice la problemática, considerando el sistema de producción agropecuario argentino, el sector industrial de procesamiento y el cambio habido en el uso de la tierra en las regiones donde se producen las materias primas empleadas para la elaboración de biocombustibles, enmarcando sus análisis en aspectos relacionados a la sustentabilidad de los biocombustibles y su amenaza a las exportaciones argentinas.



### 3.3) SISTEMA DE ANÁLISIS DE RIESGO Y VULNERABILIDAD

La Argentina es un país potencialmente vulnerable a los efectos de la variabilidad y el cambio climático debido a que un gran porcentaje de sus exportaciones son commodities agrícolas y manufacturas del mismo origen. Esta vulnerabilidad alcanza incluso a la generación de energía hidroeléctrica, fuente de alta incidencia en la matriz energética nacional.

El proyecto que se inscribe dentro del Programa AI y que cuenta con la colaboración del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) lleva el nombre de "Determinación de las reservas de agua en el suelo para evaluación de riesgo de estrés hídrico en cultivos" y tiene como objetivo general fortalecer el sistema de monitoreo y alerta temprana de las reservas hídricas para los cultivos de secano que actualmente se publica semanalmente en la Web del MAGyP.

Como objetivos específicos plantea: a) determinar el almacenaje de agua en el suelo en tiempo real en diez sitios de la región pampeana mediante sondas y difundir las mediciones a través del Sistema de Información y Gestión Agrometeorológico (SIGA) desarrollado por INTA, b) analizar los suelos, calibrar sondas de medición de humedad y relacionarlos con características físico químicas de los suelos para mejorar la oferta de información y facilitar el ajuste de los modelos climáticos (FAUBA), c) calibrar el modelo de balance hídrico desarrollado por la Oficina de Riesgo Agropecuario (ORA) y realizar los ajustes necesarios para mejorar su precisión.

El proyecto prevé la articulación institucional con el Instituto de Clima y Agua del INTA y la Facultad de Agronomía de la UBA, así como de la Oficina de Riesgo Agropecuario del MAGyP. La duración prevista es de dos años.

A la fecha, se han instalado seis estaciones meteorológicas automáticas nuevas y se adecuaron otras tres, totalizando nueve estaciones que se encuentran transmitiendo información sobre temperatura, humedad, precipitación, y dirección y velocidad del viento, en tiempo real en las localidades de:

- » 25 de Mayo, Buenos Aires
- » Balcarce, Buenos Aires
- » Ferré, Buenos Aires



- » Las Armas, Buenos Aires
- » Trenque Lauquen, Buenos Aires
- » Manfredi, Córdoba
- » Departamento Tala, Entre Ríos
- » Anguil, La Pampa
- » Las Rosas, Santa Fe

La instalación de las nuevas estaciones meteorológicas por parte de INTA en áreas externas a la de cobertura actual del Sistema y los estudios de suelo que se realizarán en cada zona, permitirán la ampliación de la red de puntos disponible para el Monitoreo y Alerta Temprana de las reservas hídricas, así como también ajustar y calibrar el sistema operativo de monitoreo de las reservas de agua llevado adelante por la ORA. Estos avances harán factible una mejor calidad en las evaluaciones y una mayor disponibilidad de información tanto para la toma de decisiones a nivel gubernamental como para los productores, posibilitando un mejor manejo de sus cultivos (por ejemplo: ajuste de fechas de siembra, determinación de las necesidades de riego complementario y optimización del uso de recursos).

### 3.4) ORDENAMIENTO TERRITORIAL RURAL (OTR)

El desafío a enfrentar en la actualidad es armonizar el mantenimiento de altos niveles de producción agropecuaria y forestal, para proveer alimentos y materias primas a la sociedad, con la conservación a largo plazo de los ecosistemas que sustentan a las poblaciones humanas y su actividad productiva. Este desafío será mayor en el futuro, ya que se prevé un aumento del consumo en los países emergentes que impactará sobre la demanda de productos primarios<sup>93</sup>.

En este marco, el Programa de Agricultura Inteligente promueve la planificación rural estratégica para la Argentina, con apoyo de la FAO y en el marco de la Política Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Plan Estratégico Territorial Argentina 2016, del Ministerio de Planificación Federal.

---

<sup>93</sup> INTA. Proyecto Planificación del uso de las tierras para el ordenamiento territorial rural. [www.inta.gob.ar/proyectos/pneco-091001](http://www.inta.gob.ar/proyectos/pneco-091001)



En este contexto, la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca está llevando a cabo, en cooperación técnica con la FAO, el proyecto TCP/ARG/3302: *"Fortalecimiento de las capacidades que permitan abordar los procesos de Ordenamiento Territorial Rural de forma participativa e iterativa"* que busca contribuir a una Argentina equilibrada, integrada, sustentable y socialmente justa, en el marco de los lineamientos de la Política Nacional de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del PET. Asimismo, busca fortalecer las capacidades que permitan abordar procesos de Ordenamiento Territorial Rural a nivel nacional.

Para abordar este proceso y dentro del marco de este proyecto, se convocó al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), brazo técnico del MAGyP, para obtener un plan de ordenamiento territorial (POT) en el Departamento de Tunuyán, sitio piloto del proyecto. Asimismo, a través del accionar del INTA, se logrará capacitar a los actores relevantes de municipios provinciales, de organismos de ciencia y técnica y del INTA en los aspectos metodológicos de OTR.

Por otro lado, el proyecto cuenta con la participación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires, encargada de recopilar y sistematizar la información de OTR disponible a nivel nacional, con el fin de elaborar una guía de protocolos de Ordenamiento Territorial Rural, donde se incluyan casos y recomendaciones futuras y que sirva de herramienta para la toma de decisiones.

Asimismo, esa información, junto a contenidos técnicos específicos serán volcados en la elaboración de un libro que permita avanzar en los conocimientos básicos en relación al Ordenamiento Territorial Rural.

### 3.5) HUELLA DE CARBONO Y HUELLA HÍDRICA

La creciente necesidad de alcanzar la seguridad alimentaria a nivel global, ejerce presión sobre los recursos naturales, en pos de alcanzar una mayor producción y productividad. Mundialmente, están apareciendo conceptualizaciones que tratan de englobar aspectos productivos y ambientales para derivar de ellos estrategias y recomendaciones que aborden la problemática. En esta línea y considerando algunas de las causas del Cambio Climático, algunos mercados de países desarrollados han elaborado metodologías que permiten realizar el cálculo y comunicación de la



Huella de Carbono a nivel internacional y han comenzado a solicitar ecoetiquetas con indicadores ambientales. Si bien por el momento estos estándares son voluntarios, podrían convertirse en el mediano plazo en restricciones al comercio.

La Huella de Carbono (HC) es un indicador ambiental que estima la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI), medidos en equivalentes de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>eq), que se emiten a la atmósfera por acción directa o indirecta de un individuo, organización, evento o producto.

Comprende las emisiones de todas las actividades o eslabones del proceso que describe el ciclo de vida de un producto, desde las materias primas utilizadas hasta la disposición final de sus residuos. Hasta el momento, se trata de una iniciativa privada, pero comienza a ser un requerimiento para el acceso de ciertos productos agroexportables a determinados mercados. En este sentido, resulta prioritario anticiparse a los cambios emergentes en el comercio internacional, y contribuir a la construcción de una postura nacional sólida e informada.

En tanto, la Huella Hídrica (HH) es un indicador ambiental de uso de agua dulce que considera el consumo directo e indirecto del consumidor o productor. La huella hídrica se puede estimar para un individuo, un producto o un proceso y se define como el volumen total de agua utilizado para producir un bien o servicio, a lo largo de toda la cadena de producción y durante todo el ciclo de vida, desde la obtención de las materias primas hasta la disposición final de los residuos. Presenta tres componentes:

- 1) Huella verde, se refiere al consumo de agua de lluvia almacenada en el suelo, en la medida en que ésta no se convierta en escorrentía.
- 2) Huella azul, indica el consumo de agua dulce superficial o subterránea a lo largo de la cadena de suministro de un producto.
- 3) Huella gris, se refiere al agua contaminada y se define como el volumen teórico de agua que se requiere para asimilar la carga de contaminantes, dadas las concentraciones naturales y los estándares ambientales de calidad de agua existentes.



Frente a la aparición de estos indicadores de potencial impacto sobre las exportaciones argentinas, y con la finalidad de mejorar la competitividad de los productos agropecuarios nacionales en los mercados internacionales, se crea el Proyecto AIHCHI (Agricultura Inteligente, Huella de Carbono y Huella Hídrica), coordinado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) y en articulación con el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Sus objetivos específicos son relevar la situación y normativa nacional sobre ambas huellas y definir las principales estrategias nacionales, convocar a las cadenas prioritarias para acordar de forma participativa las acciones a desarrollar, y avanzar en la elaboración de guías metodológicas en la temática para las principales cadenas de productos agroexportables.

La ejecución del Proyecto AIHCHI implica la formación de un equipo interdisciplinario de trabajo, que relaciona al MAGyP y al IICA, con el INTA, asociaciones agropecuarias y con el sector privado y el sector de Ciencia y Técnica. Específicamente en materia de Huella de Carbono, se realizaron entre 2011 y 2012, reuniones de trabajo con múltiples actores de los sectores gubernamental, privado, académico y técnico, entre los que se destacaron: representantes del IICA, el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), el Instituto Nacional de Semillas (INASE), la Universidad de Buenos Aires (Facultad de Agronomía y de Veterinaria), la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Mendoza (UTN-FRM), el Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV), la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA), la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), el Consejo Profesional de Ingenieros Industriales, el Consejo Profesional de Ingenieros Agrónomos y múltiples áreas del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. En el marco de dichas reuniones se presentó el proyecto con sus objetivos y alcances, se identificaron limitantes y necesidades, se discutieron acciones futuras, y se seleccionaron cinco productos agroexportables prioritarios para enfocar las acciones: carne bovina, vinos, miel, cítricos (con énfasis en limón), y peras y manzanas, luego de un proceso de consulta a diferentes áreas del MAGyP y de la consideración





de estudios económicos elaborados por el MAGyP<sup>94</sup> y la Cancillería<sup>95</sup>. Los criterios de selección considerados fueron el volumen de exportación a mercados de riesgo, la pertenencia a una economía regional, la generación de mano de obra en el territorio, ser productos con incorporación de valor agregado, posibles de aumentar sus exportaciones según el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial Participativo y Federal 2010-2016 (PEA<sup>2</sup>), y servir de insumo para otras cadenas.

Mediante la acción conjunta con otras instituciones gubernamentales, públicas y privadas, en el proyecto se compararán metodologías de estimación de HC, se realizarán análisis de ciclo de vida para los cinco productos, un estudio de meta-análisis del factor  $Ym$  (que estima la emisión de metano en relación a la ingesta) y una guía metodológica para los productores de vino. Estas acciones brindan apoyo directo al sector productivo y otorgan herramientas pre-competitivas, a través de las cuales se puede dar respuesta a las demandas de los consumidores por una producción sustentable.

A través del avance en el desarrollo de las herramientas precompetitivas, se obtienen diferentes beneficios. Para la industria, estos beneficios permiten un aprovisionamiento de materia prima estandarizada. Para el productor, se logran beneficios para la comercialización de su producción a distintas empresas y en distintos canales. En el caso del sector gubernamental, los beneficios derivan del hecho de poder adelantarse a las futuras demandas, como forma de sentar las bases para la futura competición de diferentes productos, mediante acciones dirigidas a los actores del sector. Desde el sector de la producción primaria y de la agroindustria, obtener los beneficios derivados de la utilización de este tipo de herramientas, requiere del involucramiento del sector en su conjunto para lograr la sustentabilidad de la producción. Desde el sector de Ciencia y Técnica, requiere el desarrollo de tecnologías apropiadas que permitan la innovación dentro del sector agroindustrial.

---

<sup>94</sup> Verónica Caride, Desafíos para las Agro-exportaciones Argentinas en Términos de Huella de Carbono. Informe inédito. Dirección Nacional de Relaciones Agroalimentarias Internacionales, 2012.

<sup>95</sup> La Huella de Carbono y su impacto potencial sobre las exportaciones argentinas / María Victoria Lottici. - 1 a ed. - Buenos Aires: Centro de economía internacional, 2012. 53p.; 30 x 21 cm. - (Serie de Estudios del CEI; 14)



Actualmente la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, continúa trabajando en forma conjunta con las Cámaras Nacionales del sector para la identificación de prioridades y lineamientos de acción para cada uno de los productos agroexportables sensibles a la huella de carbono por mercado de destino o nivel de comercialización.

### 3.6) IMPACTO DE LOS AGROQUÍMICOS EN EL AMBIENTE Y LA POBLACIÓN

La soja resistente a glifosato, autorizada a producirse a mediados de los 90, tuvo una gran adopción por parte de los productores agropecuarios, en coincidencia con un paquete tecnológico que incluye la siembra directa y el uso de agroquímicos tanto en el cultivo como en el periodo de barbecho.

Así, la superficie sembrada con la oleaginosa se multiplicó por tres, pasando de 6,0 a 18,6 millones de hectáreas entre la campaña 1996/97 y la 2010/11. Este fenómeno tuvo un correlato en el cambio de la matriz de productos fitosanitarios utilizados para la producción agrícola, especialmente en lo referido a los herbicidas de control total como el glifosato e insecticidas que controlaran las plagas de la soja.

De ahí que el objetivo de este proyecto sea consolidar un sistema de monitoreo eco-epidemiológico articulado con las prácticas convencionales de manejo de los sistemas agropecuarios, evaluando el impacto del uso de sustancias químicas en la producción de los cultivos en la región pampeana caracterizando los efectos de la aplicación de glifosato, endosulfán y clorpirifós, sobre la salud de grupos poblacionales y recursos naturales y evaluar el riesgo toxicológico.

Para este estudio se prevé una duración de tres años y que sea ejecutado por las Facultades de Agronomía y de Farmacia y Bioquímica de la UBA.



### 3.7) EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO EN LA CADENA DE VALOR DE LA CARNE BOVINA

Los patrones de consumo de alimentos han cambiado en las últimas décadas, siendo evidente el aumento de la demanda de carnes, lácteos y frutas. Este fenómeno constituye un cambio importante en el mercado, ya que el aumento en la demanda de carne vacuna ha tenido lugar en países de gran población con severas limitaciones para satisfacer el mayor consumo con producción propia. Como consecuencia de este fenómeno, el número de países importadores de carne vacuna ha crecido notoriamente, incluyendo grandes importadores como Rusia y Japón. En este contexto, la ampliación del mercado para las carnes argentinas impactará favorablemente en toda la cadena cárnica, con la consiguiente generación de empleos e ingresos.

Para alcanzar dicho crecimiento, es necesario desarrollar evaluaciones sistémicas de la capacidad de producción y comercialización en la República Argentina de ganados y carnes. Los sistemas productivos de alimentos ejercen una fuerte presión sobre los recursos naturales que de no tenerse en cuenta podrían generar impactos negativos en el ambiente. En este contexto, la iniciativa lanzada mediante este proyecto, de realizar un estudio vinculado a las emisiones de gases de efecto invernadero en la cadena de producción y comercialización de carne bovina, se vuelve una herramienta esencial para enfrentar los nuevos desafíos de la sustentabilidad y alcanzar un posicionamiento internacional de las carnes bovinas argentinas.

Recientemente, en los países desarrollados se han comenzado a elaborar estándares privados relativos al análisis, cuantificación, certificación, comunicación y etiquetado de emisiones de gases efecto invernadero en base al ciclo de vida de un producto. Estos países, a su vez, son los que concentran una parte sustancial de las demandas de alimentos. Si bien a nivel multilateral, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) no obliga a los países en desarrollo a la reducción de emisiones, es notable como estos países trasladan obligaciones de reducción a los productores agrícolas, ganaderos y al sector industrial de los países en desarrollo. Asimismo, se puede apreciar que los requisitos vinculados a las emisiones de gases de efecto invernadero y a la certificación de indicadores ambientales representan hoy, en muchos casos, una manifestación del mercado, constituyéndose en barreras para-arancelarias



del comercio internacional. De esta forma, iniciativas en principio voluntarias comienzan a ser exigidas como una restricción para el acceso a un mercado, existiendo la posibilidad a futuro de que se vuelvan demandas formales.

Por estas razones, el Programa de Agricultura Inteligente incluye un componente relativo a la realización de un estudio vinculado a las emisiones de gases de efecto invernadero en la cadena de producción y comercialización de carne bovina, como una herramienta esencial para enfrentar los nuevos desafíos de la sustentabilidad y alcanzar un posicionamiento internacional de las carnes bovinas argentinas.

El proyecto tiene como objetivos generales, estimar las emisiones de GEI de la cadena de valor de la carne bovina en la República Argentina ante diferentes escenarios productivos, generar información confiable que sirva para el posicionamiento de nuestro país en las discusiones internacionales sobre este tema, producir información que pueda ser utilizada en otros proyectos relacionados del MAGyP y analizar el impacto económico de conocer las emisiones de GEI sobre la apertura de los mercados.

Este componente del Programa Agricultura Inteligente (AI), busca potenciar las fortalezas nacionales para la medición de GEI junto a los modelos desarrollados por el Observatorio de la Cadena de la Carne del MAGyP. Para llevar adelante el proyecto se prevé la participación de asociaciones de productores, el sector de Ciencia y Técnica y del equipo del MAGyP.

Los objetivos específicos incluyen el desarrollo de una metodología de cálculo para toda la cadena de valor consistente con la normativa internacional, la implementación de la metodología de estimación de emisiones de GEI de la cadena en un modelo dinámico, la identificación y descripción de sistemas productivos, la realización de estimaciones de emisiones ante diferentes escenarios productivos y la publicación de la metodología.

De esta manera, el proyecto de estimación de GEI de la carne bovina permitirá identificar aquellos puntos sobre los que se podría trabajar para mejorar la eficiencia de los sistemas productivos a través de una disminución de las emisiones GEI, mejorar el posicionamiento de nuestro país a nivel internacional, así como



también contar con información más acabada sobre las emisiones ganaderas nacionales, a fin de evitar trabas comerciales en los distintos mercados.

### 3.8) EMISIONES DE ÓXIDO NITROSO POR LA AGRICULTURA

Argentina es el principal exportador mundial de biodiesel de soja en la actualidad. Sus ventas externas destinan casi exclusivamente al mercado europeo. La Unión Europea puso en vigor a fines de 2010 la Directiva N° 28/2009 sobre promoción de energías renovables. Entre otros aspectos, en la norma se consigna que el valor de ahorro de emisiones de gases con efecto invernadero asignado "por defecto" para el biodiesel de soja es inferior al umbral mínimo establecido, por lo tanto, ello constituye una amenaza en el terreno del comercio internacional para el desarrollo de la agroindustria del biodiesel argentino.

Del total de emisiones de GEI atribuibles al biodiesel de soja, la producción del grano es la etapa de mayor relevancia. La estimación de estas emisiones normalmente se realizan en base a metodologías que contemplan el uso de factores de emisión que muestran gran nivel de indeterminación, por tal motivo los resultados obtenidos a partir de éstos resultan sumamente inciertos.

Realizar mediciones de GEI a nivel de cultivo y en gran escala, para transformarlos luego en datos país, permitiría cuantificar la huella de carbono del cultivo de soja dentro de los sistemas habituales de cultivo, y simultáneamente brindar sólidos argumentos científicos para sostener la posición negociadora argentina.

A partir de estos antecedentes surgió la idea de promover un proyecto para conformar una red de monitoreo de GEI en sistemas agrícolas, en el marco del Programa de Agricultura Inteligente.

La formalización del proyecto se plasmó mediante la Resolución MAGyP N° 710/2012, a través de la cual se creó el Proyecto de Medición y Evaluación de Emisiones de Oxido Nitroso en la Agricultura.

El objetivo general del proyecto consiste en desarrollar una red de monitoreo de las emisiones de GEI con énfasis en el óxido nitroso, en los sistemas productivos



de las principales zonas agrícolas de Argentina. A partir de los datos generados por la red, se podrán elaborar trabajos científicos que caractericen el comportamiento de los sistemas agrícolas argentinos en relación con la generación de GEI. Tiene un plazo de tres años de duración, el tiempo mínimo necesario para generar una masa de datos acorde con los objetivos propuestos. En cada sitio de ensayo se realizan muestreos con periodicidad mensual (12 muestreos/año).

La red está conformada por siete grupos de trabajo que inicialmente trabajarán sobre 14 sitios de ensayos, distribuidos en las principales zonas agrícolas de nuestro país (región pampeana, NEA y NOA). Los grupos están conformados por investigadores pertenecientes a la Universidad Nacional de Buenos Aires (FAUBA) y de Mar del Plata (FCA-UNMdP), al INTA y a la Comisión Nacional de Energía Atómica. Cada grupo trabajará de manera independiente sobre la base de un mismo diseño experimental y un protocolo de medición (basado en protocolos internacionales), bajo una coordinación científica única para toda la red.

### 3.9) BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

El presente crecimiento de la población mundial y de la demanda de alimentos, ha sido acompañado por una oferta que ha seguido el paso. Se espera que la tendencia se sostenga en los años venideros. Como contracara, los recursos naturales han sido y seguirán siendo sometidos a una incesante presión que pone en riesgo su preservación y sustentabilidad futuras.

Las fuentes de incremento de la oferta de productos agropecuarios son básicamente dos: la expansión de la frontera agrícola y el incremento de la productividad (cantidad de producto/unidad de superficie) del suelo actualmente en producción. La primera de ellas ofrece limitantes bastante precisas, sea por razones de potencial productivo de las nuevas tierras y/o porque su puesta en producción supone incurrir en costos prohibitivos, o porque existen regulaciones normativas con respecto al uso del suelo en determinadas zonas o regiones que limitan la expansión ulterior de la frontera agrícola sobre dichas áreas.

El incremento de la productividad supone la adopción de nuevas tecnologías de producto y de procesos en los sistemas productivos vigentes. La intensificación



de los sistemas productivos conlleva un incremento de la presión sobre los recursos naturales que, en algunos casos, ya muestran variados grados de deterioro.

Por lo antedicho, el incremento de la oferta de agroalimentos debería realizarse tratando de resolver el dilema entre la búsqueda de mayor producción y la sostenibilidad de los recursos naturales afectados al proceso productivo, en términos generales y en particular de los suelos.

En este marco, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca mediante la Resolución 570/2011, ha promovido la creación del Programa Nacional de Prácticas Agrícolas Sustentables con el objeto de promover el desarrollo y la adopción de tecnologías, prácticas de manejo integral de los recursos naturales y sistemas de producción, compatibles con el desarrollo sustentable en lo económico, social y ambiental.

Esta iniciativa que se enmarca en los postulados del Programa de Agricultura Inteligente, cuenta con otros antecedentes normativos tanto en lo que hace a la preservación del recurso suelo<sup>96</sup>, como a la difusión y adopción de buenas prácticas agrícolas<sup>97</sup>, y en este marco viene desarrollando diferentes actividades de capacitación relacionadas con la difusión y adopción de estas prácticas orientadas principalmente a la producción de frutas, hortalizas y aromáticos.

---

<sup>96</sup> Resoluciones SAGPyA N° 113/99 y 478/2008: creación del Sistema de Apoyo Metodológico a los Laboratorios de Suelos y Agua (SAMLA); Resolución SAGPyA N° 175/2009: creación del Programa Nacional de Interlaboratorios de Suelos Agropecuarios (PROINSA).

<sup>97</sup> Resolución N° 323/2009: creación de la Comisión Nacional de Buenas Prácticas Agrícolas; Resolución SAGPyA 71/99 Guía de Buenas Prácticas de Higiene y Agrícolas (hortalizas frescas); Resolución SENASA 510/2002 Guía de Buenas Prácticas de Higiene y Agrícolas (cultivo- cosecha); Resolución SENASA 530/2001 Buenas Prácticas de Higiene y Agrícolas (Aromáticos).



# CONCLUSIONES



MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESCA DE LA NACIÓN







## → CONCLUSIONES

Durante las dos últimas décadas, la Argentina ha experimentado una marcada evolución en su agricultura, lo que la posiciona como una de las líderes a escala global. Cuantitativamente, las cosechas pasaron de 38 millones de toneladas a comienzos de 1990, a superar los 100 millones de toneladas en la campaña 2010/11. Cualitativamente, este incremento se alcanzó mediante la combinación de diferentes factores como la aplicación de nuevas tecnologías y la generación de conocimiento e innovación organizacional. Los cambios y mejoras introducidos en la agricultura son múltiples y se han materializado en paralelo por diferentes vías. En los últimos veinte años se amplió la producción y consumo de fertilizantes y la utilización de fitosanitarios, se incorporó el uso de híbridos simples en maíz de alto potencial de rendimiento y se promovió la incorporación de la biotecnología para ofrecer soluciones para el control de insectos y de malezas, entre otros aspectos.

El desarrollo y amplia adopción del sistema de siembra directa trajo un doble beneficio: comenzó a revertir el deterioro del suelo atribuible a la erosión hídrica y eólica, y volvió utilizables para la producción de granos tierras que hasta ese momento y bajo el paradigma de la labranza convencional, se las consideraba solo aptas para actividades ganaderas. En paralelo, permitió mejorar un 25% (en promedio) la eficiencia en el uso de agua para los cultivos y generar un ahorro del 50% en el consumo de combustibles.

La Argentina se constituyó líder en Latinoamérica en el diseño y fabricación de herramientas e implementos para la siembra directa, y de agrocomponentes y maquinaria para la agricultura de precisión, tecnología que contribuyó a aumentar la eficiencia productiva. Finalmente, para ciertos cultivos se comenzó a implementar el sistema de embolsado de granos (almacenamiento con atmósfera modificada), que hizo posible reducir costos. El silo bolsa permitió optimizar la conservación de las propiedades nutricionales de los granos y forrajes y reducir el uso de los agroquímicos que se destinaban para la conservación. Estos desarrollos de conocimiento y tecnología no sólo mejoraron las capacidades y disponi-



bilidades de los productores y del país, sino que van posicionando al país como exportador de conocimiento y tecnología desarrollada.

Todo este proceso ocurrió, buscando armonizar los objetivos productivos, sociales y ambientales. Los procesos de innovación y el cambio en las políticas macroeconómicas, condujeron a que a partir de 2003 el interior rural de la Argentina comenzara a vivir un proceso de recuperación del tejido económico, productivo y social. Comenzó a gestarse una nueva visión, donde la planificación estratégica es una pieza fundamental para el conjunto de las actividades productivas y donde no solo se trata de producir más, sino de que este crecimiento esté acompañado, por políticas de desarrollo sustentable para el sector agrícola-rural.

En este contexto, desde el Estado Nacional, se planteó generar una producción eficiente, competitiva y sustentable que permita posicionar estratégicamente al país y favorecer el acceso a los mercados. Buscó estimular el desarrollo rural armonizado, atender a la seguridad alimentaria, mejorar las capacidades del sector público y privado, integrar los proyectos y potenciar las acciones. Así se comienza a gestar el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial (PEA2), que establece valores, objetivos y metas al año 2020. Este Plan Nacional plantea incrementar la producción de cereales y oleaginosas en un 60% para ubicarse en torno a las 160 millones de toneladas en 2020, meta que busca lograrse contemplando los tres componentes de la sustentabilidad: economía, sociedad y ambiente. La visión compartida en la cadena agroindustrial es la de una Argentina llamada a ser parte relevante de la solución al problema de la seguridad alimentaria global. En este sentido se inserta el Programa AI, para contribuir en la búsqueda de potenciar las capacidades productivas del país.

Los cambios globales y el crecimiento poblacional previsto para los próximos años se traducirán en un marcado aumento en la demanda de alimentos, lo que hace preciso definir políticas nacionales integrales, adecuadas al contexto y capaces de balancear los requerimientos de aumento en la producción, con la sustentabilidad y sostenibilidad del proceso. Es prioridad del Estado Nacional anticiparse y posicionarse favorablemente en el nuevo contexto. Enfrentar oportunidades y desafíos en relación a los cambios en el clima global, desarrollar conocimientos, formular herramientas y fortalecer las capacidades para aumentar la producción de manera sustentable, resultan clave.



En este sentido, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, desarrolló la marca Agricultura Inteligente (AI) y creó por Resolución Ministerial 120/2011 el Programa homónimo.

La expresión Agricultura Inteligente se refiere a la aplicación de un enfoque sistémico a la agricultura de procesos, conservando o incrementando los servicios ecosistémicos y facilitando el gerenciamiento de la heterogeneidad ambiental, a través del manejo adaptativo y la mejora continua. El Programa busca alcanzar la sustentabilidad de la producción de alimentos y energía, considerando los aumentos proyectados en el Plan Estratégico Agroalimentario y Agroindustrial al año 2020 (PEA2), a través de la optimización de una agricultura de procesos y la mejora de la eficiencia. Para ello, realiza una amplia convocatoria al espectro institucional, integrando en su Unidad Ejecutora tanto a los distintos organismos públicos como a las organizaciones privadas de referencia, y al sector académico. El Programa AI expresa la voluntad del Estado Nacional de avanzar en esta forma de producir alimentos, forma que por otra parte es cada vez más requerida por otras naciones que afrontan la problemática de la seguridad alimentaria. La Argentina no sólo se prepara para satisfacer la creciente demanda mundial de una población que llegará a los 9.000 millones de habitantes hacia 2050, sino que lo está haciendo con procesos productivos que buscan minimizar el impacto ambiental y promover el desarrollo social de las regiones agrícolas. Los objetivos planteados trascienden el corto plazo y al sector público exclusivamente, avanzando con miras hacia un horizonte de 2020, en articulación con el sector privado, sus productores y empresarios, el sector científico tecnológico y los ámbitos públicos provinciales y municipales.

Promover una agricultura inteligente implica desarrollar políticas activas en el sector agropecuario que armonicen los sistemas productivos y ambientales, a la vez que representa la respuesta del gobierno argentino al desafío de la seguridad alimentaria en un contexto de cambio climático. La mejora de la eficiencia y la capacitación son ejes centrales que motorizan los proyectos derivados del Programa. De esta forma, quedan involucradas en el mismo todas aquellas prácticas que hacen un uso eficiente de los recursos y optimizan los insumos, que tienen en cuenta aspectos relacionados a un adecuado manejo del agua y del suelo, el secuestro de carbono y la reducción de emisiones, las rotaciones de cultivos y el manejo integrado de plagas, enfermedades y malezas.



El camino transitado en los últimos años abre una expectativa optimista de poder alcanzar estos objetivos. Ello dependerá del grado de concientización que se logre a nivel de la sociedad y sus instituciones, así como del rol que la Argentina quiere y debe jugar frente al sistema agroalimentario global. En síntesis, el desafío de producir más con un mayor cuidado ambiental y con equidad e inclusión social marcará la segunda década del Siglo XXI para la cadena agroindustrial. Se trata de proponer políticas desde el Estado Nacional que permitan crecer con mayor valor agregado en origen, a fin de desarrollar una agricultura industrializada, que genere crecimiento, desarrollo e inclusión social.





Ministerio de  
Agricultura, Ganadería y Pesca  
Presidencia de la Nación



Seguinos en:



/minagriweb

[www.minagri.gob.ar](http://www.minagri.gob.ar)