



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

LICENCIATURA EN ECONOMÍA
SEMINARIO DE INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN
TRABAJO FINAL

“DINÁMICA ECONÓMICA Y ESTRUCTURA PRODUCTIVA REGIONAL”

“ESTUDIO SOBRE LAS INNOVACIONES TECNOLÓGICAS EN LOS
ÚLTIMOS 45 AÑOS EN EL CULTIVO DE SOJA DE LA REGIÓN
PAMPEANA Y EL IMPACTO SOBRE SUS RENDIMIENTOS”

MALGIOGLIO STEFANO

Legajo: M-6997/3

DOCENTE A CARGO: YOYA ALEJANDRA

2° CUATRIMESTRE DE 2019

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo analizar el impacto que han tenido las innovaciones tecnológicas aplicadas a la producción de la soja en la Región Pampeana durante el período que va desde 1975 hasta el 2019. Se realizó un recuento de las principales innovaciones llevadas a cabo en el lapso de tiempo analizado. Se analizaron series de rendimientos promedios, superficie sembrada y producción de la soja en la región bajo estudio. Finalmente se describió el rol jugado por los distintos actores, tanto públicos como privados, para la adopción de estas innovaciones. De acuerdo a lo estudiado a lo largo del trabajo las innovaciones en el sector agrícola son fundamentales para incrementar de manera sostenida los rendimientos y es necesaria una participación activa tanto del sector público como del privado.

Palabras claves: Innovación, Tecnología, Agricultura, Región Pampeana.

Key words: Innovation, Technology, Agriculture, Pampeana Region.

Contenidos

Introducción.....	3
Aspectos teóricos.....	4
Aspectos metodológicos.....	5
Evolución histórica de las innovaciones tecnológicas.....	5
Evolución de los rendimientos en el cultivo de la soja dentro de la Región Pampeana.....	10
Participación público-privada en la adopción de las innovaciones.....	13
Conclusión.....	18
Bibliografía.....	19
Anexos.....	22

Introducción

A partir de fines de la década del 60, la producción agropecuaria inició, especialmente en la Región Pampeana, un proceso de modernización que se consolidó en forma notable durante la primera parte de la década del 90. Estos procesos de transformación y modernización fueron consecuencia de varios factores interrelacionados como el acelerado desarrollo científico y tecnológico en los países desarrollados y el impacto de la transferencia internacional de tecnología impulsada por la mayor presencia de las empresas transnacionales, la globalización de los mercados financieros y una incipiente liberalización y ampliación del mercado internacional, esto último por la entrada de nuevos demandantes. (Piñeiro 2003)

En el marco de la Agricultura Moderna, la producción de soja es cada vez más eficiente. Por un lado, por las constantes innovaciones en las técnicas agronómicas que mejoran las producciones de todos los cultivos y que colaboran con el empleo eficiente de los recursos; por el otro lado, el perfeccionamiento tecnológico junto a la investigación, el desarrollo y la inversión, dan como resultado mejores semillas de soja capaces de producir cultivos más fuertes y resistentes en un contexto cuidadoso con el medioambiente. (Bisang 2017)

En este contexto algunas preguntas que se intentan responder en este trabajo son:

- ¿Cuál fue el impacto de las innovaciones tecnológicas sobre los rendimientos del cultivo de la soja en la Región Pampeana en los últimos 45 años?
- ¿Qué papel jugaron los distintos participantes público-privados en la adopción de estas innovaciones aplicadas al cultivo de la soja en la Región Pampeana en los últimos 45 años?

Siendo el objetivo general *Analizar el impacto de las innovaciones tecnológicas aplicados a la producción de soja en la Región Pampeana durante el período 1975-2019.*

Y los específicos:

Analizar la evolución de los rendimientos en la producción de soja de la Región Pampeana durante los últimos 45 años.

Estudiar y reflexionar sobre el rol de los actores públicos y privados en la implementación de las innovaciones en la Región Pampeana en el período analizado.

Entendiendo por innovación tecnológica a los nuevos productos o procesos y a las mejoras tecnológicas implementadas en la agricultura, siendo estos los paquetes tecnológicos asociados a nuevas variedades de semillas genéticamente modificadas, el pasaje desde la siembra convencional a la directa, la incorporación de nuevos equipos y maquinarias y el uso más sustentable y eficiente del suelo y el agua, los recursos más limitantes en la producción agrícola. (Op. Cit)

El trabajo se desarrolla en varios puntos, en el primero, se plantea el marco teórico - metodológico utilizado para responder a los objetivos planteados. En el punto segundo se analiza la evolución de los rendimientos en la producción de soja a partir de implementación de las innovaciones tecnológicas. En el tercer punto se describe el rol que han tenido el gobierno y el sector privado en la implementación de las nuevas innovaciones. Finalmente, se incluye un punto correspondiente a las conclusiones a que se arriba luego del desarrollo del trabajo. Se adiciona, además, anexos donde se vuelca la información detallada, de diversas fuentes, que puede servir al lector para ampliar el conocimiento y comprensión sobre lo desarrollado en el cuerpo del trabajo.

I. Marco teórico – metodológico

A. Aspectos teóricos

El Manual de Oslo, editado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y la Oficina Europea de Estadística (1997) define que las innovaciones tecnológicas aplicadas a los sectores económicos “...comprenden productos y procesos implementados, tecnológicamente nuevos, así como mejoras tecnológicas significativas en productos y procesos. Una innovación ha sido implementada, si se ha introducido al mercado (producto) o si ha sido utilizada dentro de un proceso de producción.....”.

Por su parte OBS Business School (2019) considera que, entre otros aspectos, la innovación tecnológica se refiere a la creación de un nuevo producto o servicio siempre dirigido a los consumidores, es decir existe innovación cuando las empresas presentan en el mercado nuevos elementos o, en su defecto, mejoran los ya existentes.

Gallacher (2000) señala que los avances tecnológicos constituyen un verdadero progreso y que se refleja en los mayores niveles de producto a partir de un stock dado de recursos.

Recalde de Bernadi y Actis (1998) sostienen que la innovación tecnológica se compone de tres elementos fundamentales:

- La investigación y desarrollo para la creación del conocimiento;
- El proceso de difusión y adopción que realizan las firmas;
- El escenario institucional que define el marco económico, político y legal.

Bisang (2017), considera que el nuevo paquete técnico aplicado a la producción agrícola, se basa en la siembra directa, el uso las semillas diseñadas y/o seleccionadas en base a la moderna biotecnología y la intensificación en la aplicación de herbicidas, fertilizantes e insecticidas.

El mismo autor sostiene que actualmente se siembra implantando la semilla en la tierra sin roturarla, en una operación que reemplaza varios pasos y equipos involucrados en el modelo convencional; el proceso se complementa con el uso de semillas mejoradas a partir de técnicas de la moderna biotecnología tolerante a herbicidas y resistente a determinados insectos.

Bisang, Anlló y Campi (2009) señalan que, en las tecnologías de producto, la biotecnología aplicada al diseño de nuevos seres vivos tiene como dirección al menos tres aspectos:

- Mayor eficiencia de las plantas y animales como entes transformadores de energía (transforman mejor la energía).
- Cambios en resistencias a malezas e insectos (resisten mejor a los ambientes adversos).
- La modificación de las características intrínsecas de dichos seres vivos (acordes con una mayor funcionalidad en su uso).

A nivel de tecnología de proceso, el reemplazo de la remoción del suelo como método de implante cuyo arquetipo fue el arado, por la implantación directa de la semillas con base en la sembradora directa, constituye la principal novedad, esto acompañada de una serie de equipamientos específicos para controlar con creciente precisión malezas, insectos y ajustar las especificidades de suelos y climas a los procesos de laboreo y recolección, más todos los implementos que aportan las tecnologías de la comunicación y la información para realizar aquellos que se conoce como *agricultura de precisión*. (Op. Cit)

Respecto al sector agrícola, la investigación ha sido y es un instrumento importante para mejorar la producción y los rendimientos; como así también la posibilidad de disponer de más y mejores productos y el requerimiento de menores recursos para producirlos; lo que repercute en una mejora en la calidad de vida y el bienestar de la población. (Recalde de Bernadi y Actis, 1998).

B. Aspectos metodológicos

El presente trabajo se basa en una investigación descriptiva de los cambios en los rendimientos ocurridos en el cultivo de la soja debido a las innovaciones implementadas, bajo el marco teórico de la innovación tecnológica agrícola en la Región Pampeana.

A continuación, se presenta la metodología llevada a cabo para alcanzar los diversos aspectos de interés y las fuentes de información utilizadas, que fueron diversas con el fin de cumplir con los objetivos propuestos en el trabajo.

-El objetivo *Analizar la evolución de los rendimientos en la producción de soja de la Región Pampeana¹ durante los últimos 45 años*, se logra a través del análisis desagregado por Departamento del Sur de la Pcia. de Santa Fe, Sudeste de Córdoba y los Partidos del norte de la Pcia. de Buenos Aires.; respecto a las variables rendimientos (en kg/ha), producción (en toneladas) y superficie sembrada (en hectáreas), cuyos datos provienen de las estimaciones realizadas por la Dirección Nacional de Análisis Económico Agroindustrial - Dirección de Estimaciones Agrícolas que depende de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, contando con la información correspondiente desde la campaña agrícola de 1975/1976.

-El segundo objetivo del trabajo, *Estudiar y reflexionar sobre el rol de los actores públicos y privados en la implementación de las innovaciones en la Región Pampeana en el período analizado*, se aborda mediante un análisis de las políticas públicas implementadas por los gobiernos y el rol de ciertos organismos oficiales como es el caso del INTA, teniendo en cuenta las normativas implementadas, distintos tipos de incentivo y apoyo a la innovación y políticas macroeconómicas ejecutadas. Además, se indaga acerca del rol llevado a cabo por los actores privados a través de las empresas multinacionales y los distintos grupos de productores organizados. Todo lo mencionado se desarrolla mediante información suministrada por organismos internacionales como son los informes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y el International Institute for Sustainable Development, y también de centros de investigación nacionales como el Centro Interdisciplinario de Estudios Agrarios (CIEA), la UBA y el INTA.

II. Evolución histórica de las innovaciones tecnológicas

“.....La tecnología ha estado históricamente vinculada a la producción de alimentos, y en consecuencia, a la producción agropecuaria, las sociedades a lo largo del tiempo han buscado maneras de mejorar sus capacidades de supervivencia, desde las primeras sociedades nómadas, cuyas actividades productivas se relacionaban con la caza y la recolección, desarrollaron tecnologías para mejorar su productividad con herramientas que facilitaban cada vez más las labores.....” (Ramirez, Ruilova y Garzón, 2015)

En este punto se hace un recuento de cuáles fueron las principales innovaciones tecnológicas aplicadas al sector agrícola en general y al cultivo de soja en particular; teniendo en cuenta

¹ Se definirá como región pampeana a los departamentos que forman parte del sur de Santa Fe (General López, Rosario, Constitución, San Lorenzo, Caseros, Iriondo y Belgrano), sudeste de Córdoba (Marcos Juárez, San Justo, Unión y Sáenz Peña) y del norte de Buenos Aires (Leandro N. Alem, Junín, Bragado, Alberti, Chivilcoy, Suipacha, Mercedes, General Arenales, Rojas, Chacabuco, Carmen de Areco, San Antonio de Giles, Exaltación de la Cruz, Colón, Salto, Pergamino, Arrecifes, Capitán Sarmiento, San Antonio de Areco, Zárate, Campana, Baradero, San Pedro, Ramallo y San Nicolás) debido a que son los que forman parte de la zona de mayor producción sojera en el país.

que la agricultura del siglo XXI está atravesando una transformación importante, en un momento en el que el acceso a las tecnologías de la información, protagonizan los nuevos paradigmas de la productividad en la sociedad.

De acuerdo a Ramirez, Ruilova y Garzón (2015) se puede decir que desde el descubrimiento del fuego, el desarrollo del lenguaje, la invención de la rueda, la electricidad, las sustancias químicas, la teorización de las leyes de la física, hasta el actual desarrollo de la informática, han tenido un vínculo muy estrecho con la producción agropecuaria.

En nuestros días, las tecnologías de la información, la inteligencia artificial, la robótica y la biología sintética plantean nuevos paradigmas con respecto a la forma como se producen los alimentos. Dado el progreso acelerado de la tecnología, se espera que en los próximos años aparezcan grandes revoluciones en cuanto a la productividad y a la calidad en el campo. (Op cit)

Por todo esto, se considera que es importante exponer los hitos de la tecnología agropecuaria, presentar algunas de las innovaciones que actualmente están aplicándose, e imaginar nuevas formas innovadoras de hacer más eficiente al agro.

Primeramente, en los años 60 se inicia una serie de innovaciones en las técnicas agronómicas, esto es en el mejoramiento de los labores agrícolas, que luego en la década siguiente se potenciaron con avances en la mecanización en las siembras y cosechas. Cabe destacar que estos avances aplicados a la producción agropecuarias tuvieron impulso principalmente por la creación en 1956 del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

Durante la década de 1970 el cambio tecnológico empieza a estar en el centro de la escena agrícola, se introduce en la siembra:

- semillas mejoradas, es decir híbridos de maíz, sorgo, girasol y trigo,
- plaguicidas y herbicidas e intensificación de su uso,
- el cultivo de la soja,
- mejoras en las maquinarias.

Según Reza (2006) el despegue de la soja ocurrió en 1974, impulsado por la necesidad de disponer de forrajes ricos en proteína, destinados a la alimentación animal, dada la virtual desaparición de la anchoveta peruana, principal fuente de harina de pescado utilizada por la industria de alimentos balanceados. Ante estas circunstancias, la Secretaría de Agricultura y Ganadería actuó rápidamente haciendo posible la importación por parte del estado nacional de semilla certificada proveniente de los EEUU, y es a partir de entonces que el área sembrada con soja creció rápidamente.

En los 80', se da un fuerte impulso a la agricultura y sus innovaciones tecnológicas que aumentaron la rentabilidad y disminuyeron el riesgo del sector. Hubo un impulso en el desarrollo de maquinarias y semillas; se mecanizó la siembra con la adopción de sembradoras que en forma simultánea colocan en el suelo la semilla, el fertilizante y el plaguicida.

En este periodo que transcurrió entre las décadas de 1960 y 1980, se dieron fuertes cambios producto de la llamada "Revolución Verde". Para Bragachini (2018) consistió en un modelo productivo de cereales basado en tres componentes:

- semillas con capacidad de respuesta a mayores niveles de nutrientes en el suelo,
- fertilizantes que proveyeran los nutrientes requeridos,
- y agua de riego para minimizar las consecuencias de la variabilidad climática.

De acuerdo a Bisang (2007) y Díaz Ronner (2005) en la década de 1990 se da el gran quiebre. Una mayor apertura comercial redujo los precios de los bienes de capital e

insumos, pero además se observó una fuerte capitalización mediante el crédito. En esta época se produce un uso más intensivo del suelo basado en grandes inversiones de capital e insumos industriales como tractores, combustibles, plaguicidas, herbicidas y fertilizantes.

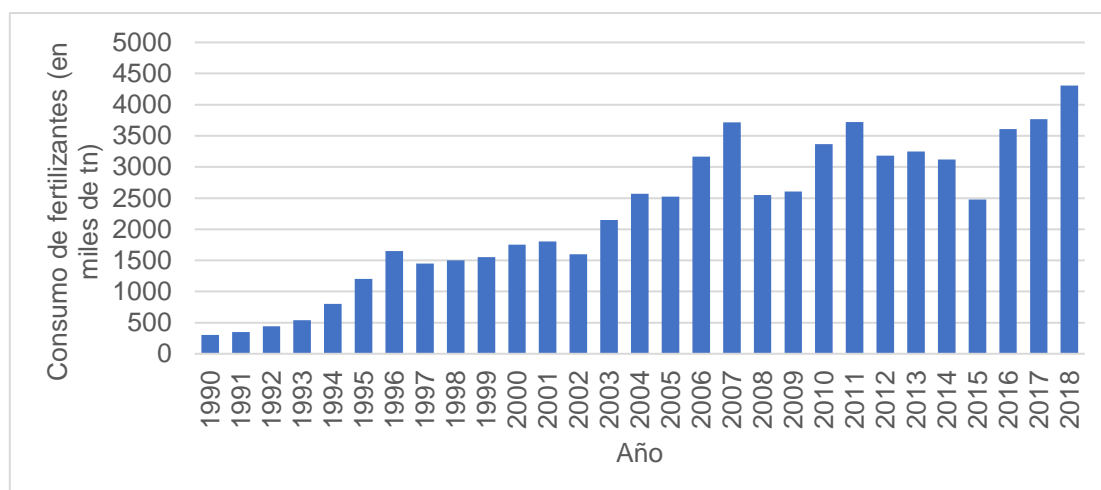
Según Sturzenegger (2015) el aumento del insumo capital se concretó principalmente en tractores, cosechadoras, sembradoras e instalaciones de almacenamiento. Esto se comprueba si se tiene presente que mientras que a mediados de los 80 el valor de las importaciones de tractores fue de 12 millones de dólares anuales, en 1991 fueron de 43 millones, y en 1997 de casi 300 millones. La reducción de los aranceles a la importación de bienes de capital y la baja en las tasas reales de interés, ambos logros de las reformas económicas en los 90, favorecieron esa mayor capitalización y equipamiento.

Todo este proceso se complementó con la aplicación mediante la biotecnología de semillas mejoradas tolerantes a herbicidas y resistentes a determinados insectos o malezas, entre otras cosas. Puntualmente en Argentina, en 1996 se da la liberación a la venta de la soja transgénica resistente al glifosato (soja RR). (Bragachini, 2018)

Bragachini (2018), sostiene que los cultivos transgénicos ya no solo facilitan el control de malezas e insectos y enfermedades sino además tienen mejor tolerancia a sequía y en muchos casos mejores características de composición química en sus granos buscando especificidad de contenido de nutrientes beneficiosos o ausencia de alérgenos no convenientes para la salud humana. En este periodo se empieza a hablar de una "nueva revolución verde" o una "bio-revolución".

Con respecto al uso de fertilizantes, el gobierno nacional en 1991 puso fin a la poca adopción de estos productos que existía en la agricultura de nuestro país². La eliminación de impedimentos a la importación y la estabilidad de precios impulsaron una rápida adopción. (Reca, 2006)

Gráfico número 1: Evolución de la aplicación de fertilizantes en la agricultura Argentina entre 1990 y 2018.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.fertilizar.org.ar

Como se puede apreciar en el gráfico anterior, a partir de la década de los 90' se da un impulso en la utilización de fertilizantes por parte de la agricultura argentina, pasando de 300 mil tn. en 1990 a 4.305 miles de tn. en el año 2018, es decir un incremento del 1.335%.

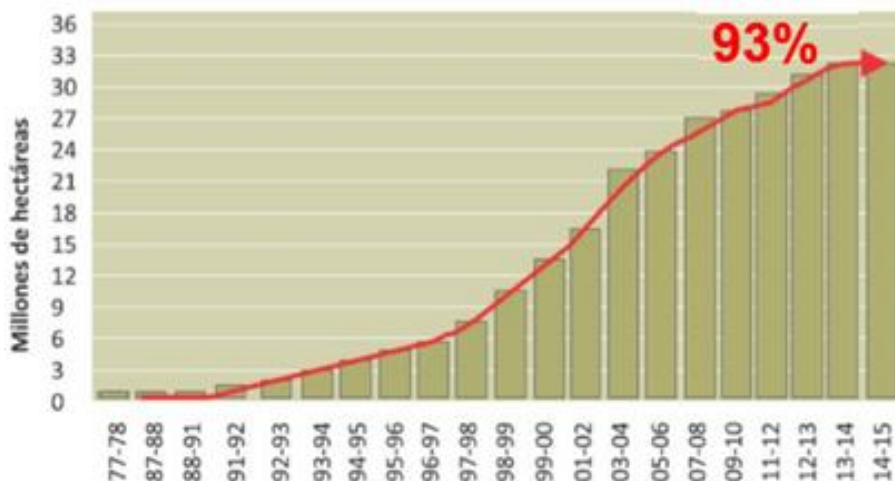
Otro hito importante en esta década fue el pasaje de la siembra convencional a la directa (SD) en donde a partir de esta, los granos se siembran en una sola operación y utilizando un solo equipo. Este cambio en la forma de sembrar permitió un uso más sustentable y

² A pesar de que desde los 60' tuvieron un gran impulso en otros países, en Argentina casi no se utilizaban debido a la desfavorable relación precio del grano-fertilizante.

eficiente del suelo y agua, dos recursos limitantes en la producción. Argentina es el país de mayor desarrollo y adopción porcentual del mundo en la utilización de SD, siendo referente con asesoramiento en más de 25 países que ponen a nuestros técnicos como líderes tecnológicos en SD. (Sturzenegger 2015)

Cómo se observa en el gráfico siguiente, mientras que en 1996-1997 se aplicaba en sólo el 15% del área sembrada total, 5 años después se aplicó en el 55%, y en el 2008-2009 fue en casi el 80%. En el 2015 se consideró una adopción superior al 90%.

Gráfico número 2: Evolución de la superficie de SD en Argentina entre 1977 y 2015.



Fuente: AAPRESID, INTA.

Otro avance destacado en la década del 90, con el objetivo de disminuir los riesgos debido a sequías en momentos importantes de los cultivos, fue la implementación de la práctica del riego complementario. Aunque esta no se dio de forma masiva debido a los montos de inversión requeridos para llevarla a cabo. (Pizarro, 2003)

También, se llevó a cabo la implementación del almacenaje de grano en atmosfera controlada embolsados en plástico hermético llamado Silo Bolsa. Para Bragachini (2018), la adopción de esta tecnología tiene un porcentaje promedio cercano al 50%. La aparición de esta innovación solucionó el problema del almacenamiento y logística ya que reduce el ciclo de producción, mantiene mejor la humedad, reduce costos (mano de obra, combustibles y herbicidas) y permite mayor cantidad de agentes en el proceso reduciendo las barreras a la entrada. (Bisang, 2017)

Finalmente, de acuerdo a lo expuesto por Bragachini (2018), la tecnología de Agricultura de Precisión (AP) la introdujo el INTA en 1996 y posibilita, entre otras cosas, monitorear rendimientos de la siembra y aplicar fertilizantes utilizando imágenes satelitales, el auto guía satelital, drones, y visión artificial. Hay una adopción de la agricultura de precisión del 60 % que pone a la Argentina como segundo país en el mundo en adopción de AP, después de EEUU; siendo el más difundido el auto guía satelital, donde casi el 100% de las maquinas autopropulsadas modernas lo poseen. El uso de máquinas agrícolas autorregulables revolucionó al sector ya que pueden detectar y eliminar malezas, combatir plagas y cosechar.

También hay que destacar la existencia de dispositivos electrónicos que permiten medir la temperatura, humedad y presión atmosférica, para transmitir esa información a los sistemas de riego y climatización. La información puede usarse para analizar con mayor exactitud la densidad óptima de siembra, la cantidad que se necesita de fertilizantes u otros insumos y predecir con mayor precisión el rendimiento de los cultivos, para mejorar las tareas de gestión y toma de decisiones del productor.

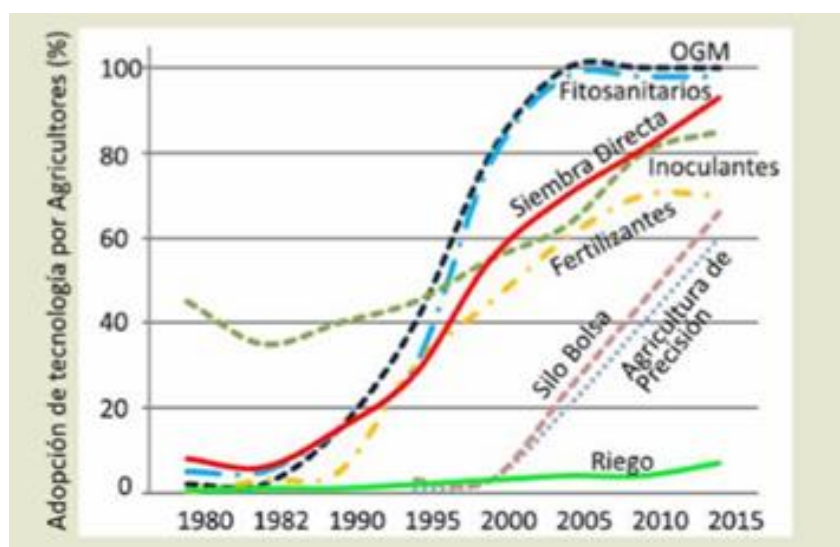
Según Pizarro (2003) actualmente la actividad agropecuaria se caracteriza por ser altamente dependiente de insumos y procesos tecnológicos, y fuertemente demandante de capital para la adquisición de los bienes e insumos que requiere la producción moderna.

Por otra parte, Sturzenegger (2015) indica que, si bien se registran nuevos avances después del nuevo milenio, los mismos tienden a debilitarse principalmente por dos circunstancias:

-Los grandes hitos de avance de los 90 van completando su recorrido y con ello generando aportes marginales de crecimiento cada vez menos fuertes.

-La reducción de los márgenes agrícolas de los últimos años va reduciendo la introducción de nuevos avances tecnológicos y productivos y disminuyendo el nivel de utilización de insumos variables, particularmente fertilizantes y herbicidas. Esta reducción de márgenes que, si bien tiene varios orígenes, el más decisivo lo constituye el mantenimiento de una política agrícola altamente discriminatoria contra la producción del sector.

Gráfico número 3: Evolución de adopción de tecnologías agrícolas en Argentina desde 1980 hasta 2015.



Fuente: Bragachini, Mario (2018); "Adopción de tecnología en el sector agropecuario argentino en los últimos 28 años"; INTA.

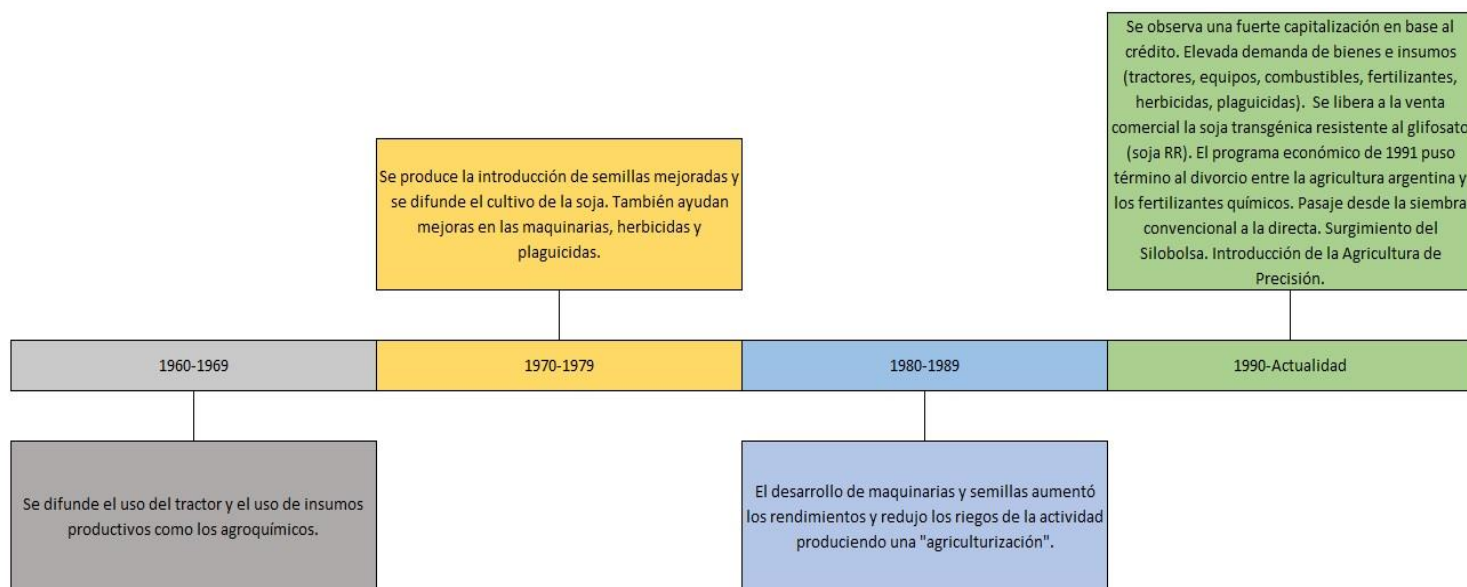
En el gráfico número 3 se puede ver el gran impulso de todas estas innovaciones a partir de los años 90. Primeramente, a principios de la década se da un salto exponencial en ciertas tecnologías como por ejemplo las modificaciones genéticas en las semillas y la adopción de la siembra directa, y luego, en la segunda mitad de esta década se incrementó la adopción de otras como el Silo Bolsa y la Agricultura de Precisión.

Como se pudo apreciar, las innovaciones se produjeron en muchas áreas del sector agrícola: semillas, maquinarias, almacenajes, introducción de fertilizantes, difusión de nuevos herbicidas, métodos de lucha contra las malezas, menores tiempos de laboreo, mejor uso de factores críticos como la humedad y los nutrientes, etc.

Bisang, Anlló y Campi (2009) señalan que la transición, desde el paradigma productivo de la revolución verde al modelo de producción de base biotecnológica, encuentra a la agricultura argentina en un nivel similar a las mejores prácticas internacionales por diversas razones: siembra directa (reduce el número de labores y el movimiento de la tierra, disminuyendo así la erosión y pérdida de humedad), semillas transgénicas, fertilizantes y herbicidas que controlan las malezas a los cuales las semillas transgénicas son resistentes; todo esto es complementado con las modernas tecnologías de la agricultura de precisión.

Para finalizar, a modo resumen y para facilitar la comprensión, lo descrito anteriormente en el desarrollo de esta sección del trabajo se puede visualizar en el siguiente cuadro:

Cuadro número 1: Evolución histórica de las innovaciones tecnológicas en la agricultura argentina a partir de la década del 60.



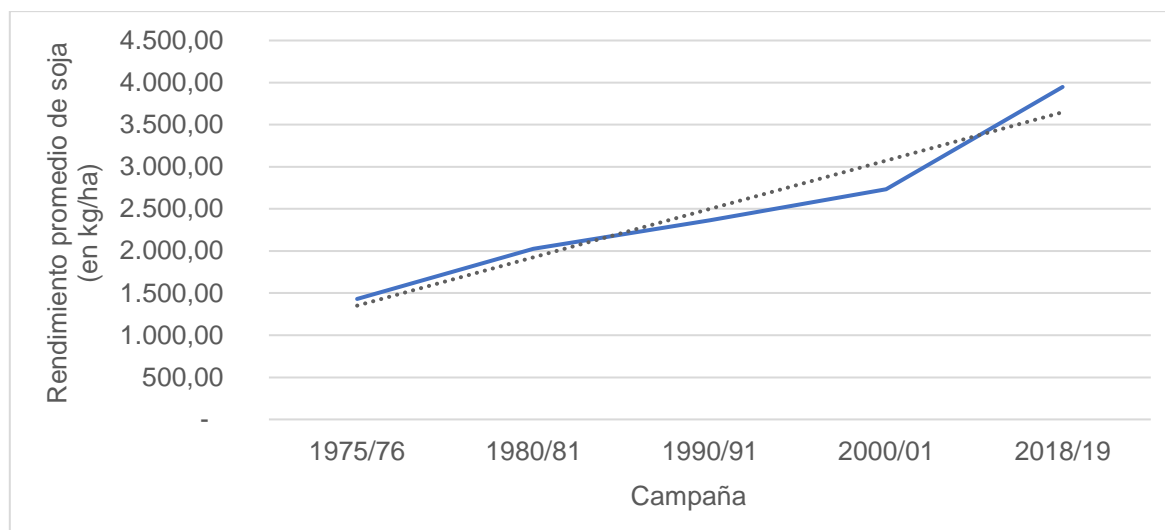
Fuente: elaboración propia.

III. Evolución de los rendimientos en el cultivo de la soja dentro de la Región Pampeana

En este punto se analiza la evolución de los rendimientos promedios, la superficie sembrada y la producción del cultivo de soja en la Región Pampeana en el periodo de 1975 al 2019.

De acuerdo a la información estadística recabada por parte de la Dirección Nacional de Análisis Económico Agroindustrial de la Dirección de Estimaciones Agrícolas que depende de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación, se observa en el siguiente gráfico, que hay una tendencia ascendente en los kilogramos obtenidos por hectárea en el cultivo de la soja dentro de la Región Pampeana en el periodo estudiado, siendo el crecimiento entre puntas del 176,08%, pasando de los 1.430 kg/ha a los 3.948 (ver anexo 1).

Gráfico número 4: Evolución de los rendimientos de la soja en la Región Pampeana en el período 1975-2019.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.datos.magyp.gob.ar

Haciendo un análisis desagregado se observa que el crecimiento no ha sido uniforme (ver anexo 2), esto es:

-El periodo que va desde 1975 a 1980 se da un gran crecimiento en los rendimientos promedios pasando de 1.430 kg/ha a los 2.024 Kg/ha, es decir se incrementaron en un 41,49%. Este lapso de tiempo coincide con la introducción de semillas modificadas y mejoras en las maquinarias, herbicidas y plaguicidas en la agricultura argentina.

-Entre 1981-1990, enmarcada en la llamada “Revolución verde”, Argentina transita el desarrollo de maquinarias agrícolas y semillas, produciéndose una “agriculturización” en el campo. En dicho periodo el incremento de los rendimientos promedios fue del 16,72%.

-En el período 1991-2000, se da un quiebre en la utilización de innovaciones tecnológicas en la agricultura. Estas, principalmente introducidas en la segunda mitad de la década se siguieron perfeccionando y aplicando hasta nuestros días. Se observa gran capitalización, elevada demanda de tractores, combustibles, fertilizantes, plaguicidas y herbicidas como señala Sturzenegger (2015). También, en 1996 se libera a la venta comercial la soja transgénica resistente al glifosato junto con la introducción de la Agricultura de Precisión por parte del INTA. Otros hitos de estos diez años que se siguieron extendiendo en el nuevo milenio fueron el pasaje de la siembra convencional a la directa y la introducción del Silo Bolsa. Con respecto a los incrementos en los rendimientos promedios de la soja en la región pampeana, se observa en el periodo que va desde 1990 al año 2000 un crecimiento del 15,60%.

-En los años 2001-2019, donde probablemente adquirieron gran difusión todos estos avances tecnológicos implementados en el decenio precedente y se profundizaron, sobre todo en lo que se refieren a Agricultura de Precisión, los rendimientos promedios se incrementan un 44,56% (pasaron de los 2.731 a los 3.948 kg/ha).

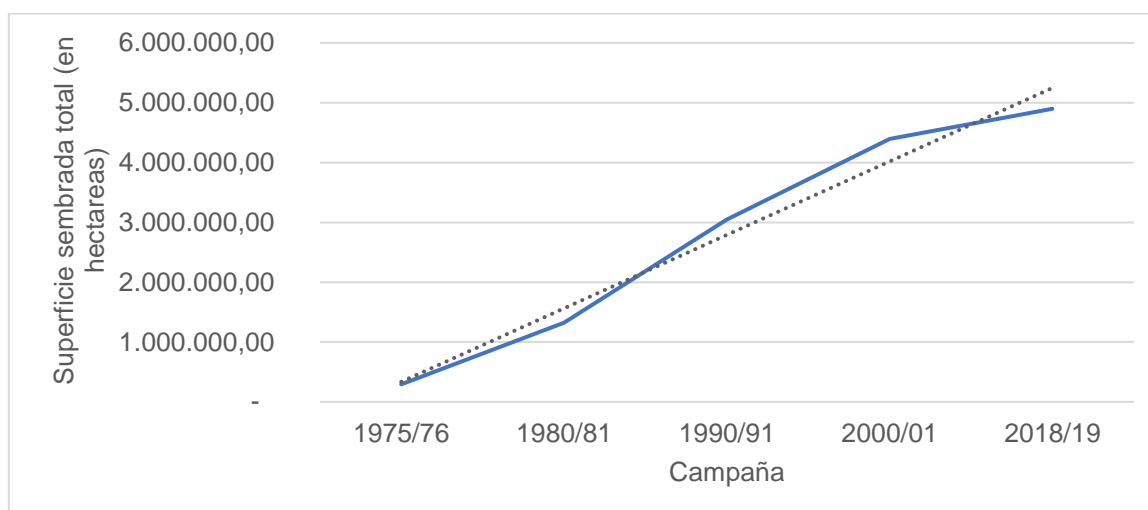
Con respecto a ciertas campañas puntuales como las de 1978/79, 1979/80, 1982/83, 1984/85, 1986/87, 1988/89, 1991/92, 1992/93, 1993/94, 1995/96, 1996/97, 1999/00, 2001/02, 2003/04, 2005/06, 2007/08 y 2008/09, donde se aprecian caídas en los rendimientos, estas se deben en parte a otros factores que tienen influencia sobre los kg/ha obtenidos como es el caso de las sequías e inundaciones por encima de los promedios.

La caída de los rendimientos ante sequías, por ejemplo, deja a la vista la poca difusión que tiene el riego artificial en el sector agrícola argentino como se mencionó en el punto anterior del trabajo. Caso contrario a lo que ocurre con el factor hídrico parece ser el de las plagas

que atacan a los cultivos, ya que ante la difusión de semillas genéticamente modificadas por ejemplo, las mismas se han podido combatir efectivamente evitando sus efectos nocivos en los rendimientos agrícolas.

Respecto a la superficie sembrada del cultivo de soja (ver anexo 3), se observa en el gráfico siguiente un crecimiento casi permanente hasta el 2009 con un incremento del 1.782,14% y a partir de allí una caída, es por esto que la pendiente de la curva es menos empinada en el periodo 2000/19. Esto último probablemente muestra la influencia de las retenciones sobre la decisión de producir por parte de los agricultores ya que desde el 2002 y, principalmente a partir del 2007, van en dirección ascendente para el cultivo de la soja, sumado a esto, a partir del 2013 los precios internacionales se comportaron de manera desfavorable en comparación con lo ocurrido en la primera década del siglo. De acuerdo a información provista por el Banco Mundial, estos últimos cayeron entre el 2012 y 2015 en un 34,11% para luego repuntar en el 2016 y finalmente retornar a su tendencia decreciente hasta el día de hoy (entre el 2012 y 2019 los precios cayeron en un 38,15%).

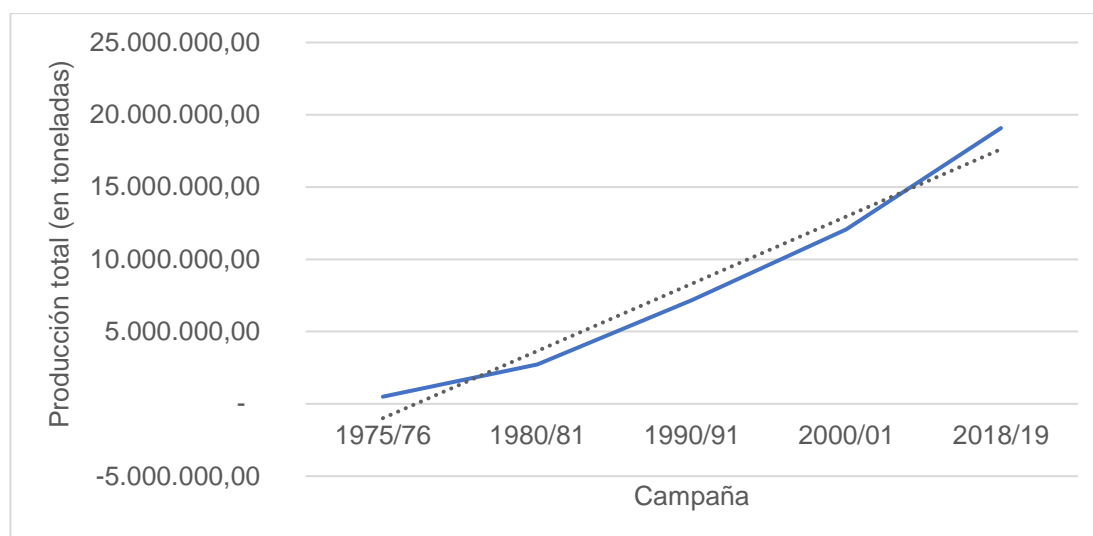
Gráfico número 5: Evolución de la superficie sembrada total de soja en la región pampeana desde 1975 hasta 2019.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.datos.magyp.gob.ar

Por su parte, como se aprecia en el gráfico siguiente, la producción total también muestra una tendencia ascendente al igual que las otras dos variables analizadas, alcanzando su pico máximo en la campaña de 2014/15. Posteriormente, situaciones como la gran sequía de la campaña 2017/18 afectaron fuertemente a la producción total. Por otra parte, aunque la superficie no haya crecido prácticamente desde el 2009 como se mencionó anteriormente, el hecho de que la producción siguiera creciendo puede ser explicado por el impacto de la tecnología. Desde 1975 hasta el 2019 la producción total creció un 3.743,47% (ver anexo 4).

Gráfico número 6: Evolución de la producción total de soja en la región pampeana desde 1975 hasta 2019.



Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.datos.magyp.gob.ar

Es para destacar que, comparando con la campaña de 1975/76, la siembra en el 2018/19 se multiplicó 16,74 veces (paso de 292.650 hectáreas a 4.899.185) mientras que la producción creció más de 38 veces (de 496.383 toneladas en 1975/76 a 19.078.355 en 2018/19). Lo mencionado anteriormente refleja probablemente el impacto positivo que tuvieron las innovaciones tecnológicas en el cultivo de la soja en la región analizada.

IV. Participación público-privada en la adopción de las innovaciones

En este apartado se describe el papel desempeñado por los distintos actores público-privados en la adopción de las innovaciones aplicadas al cultivo de la soja en la Región Pampeana en los últimos 45 años, teniendo presente que la innovación es un proceso complejo en el que se relacionan distintos actores como el sector público, empresas multinacionales, productores agrícolas, entre otros.

El Estado tiene un rol preponderante en el desarrollo de nuevas tecnologías a través de la imposición de un marco normativo y de la financiación a instituciones públicas y privadas abocadas a investigaciones en materia de adelantos tecnológicos.

Primeramente, es para destacar que a partir de la década de 1950 se da un gran impulso a la investigación en el agro. En Argentina en el año 1956 se funda el INTA. de Obschatko (2009) asegura que la creación del mismo, entre otras cosas, se produce debido a un estudio realizado por Prebisch el cuál enfatizaba que la producción agrícola estaba estancada por su atraso tecnológico.

Dicho organismo se orientó principalmente al mejoramiento de las semillas y la protección de los recursos naturales; además favoreció en gran medida a la capacitación de recursos humanos que posteriormente se desempeñaron tanto en el sector público como privado.

También hay que destacar que el INTA fue el primer organismo público especializado en investigación agropecuaria en América Latina y luego le siguieron similares en casi todos los países de América del Sur ya que a partir de la década del 50 existía la idea de que había suficiente tecnología disponible para impulsar la modernización agroalimentaria de los países de la región, y lo que hacía falta eran mecanismos efectivos para adaptarlas a las condiciones locales y difundirlas entre los agricultores. (Trigo, Mateo y Falconi, 2013)

Otro hito antes del periodo analizado por este trabajo fue una resolución en 1959 que establecía el régimen de "Pedrigee cerrado", el cual permitía al sector privado no declarar el

origen de los híbridos que inscribían, con lo cual el INTA mantenía su importancia pero sus innovaciones eran de libre disponibilidad por el sector privado. Además en el mismo año se crean los Consorcios Regionales de Experimentación Agrícola (AACREA) los cuales son una unión de productores agrícolas para la experimentación y asesoramiento mutuo (de Obschatko, 2009).

Haciendo alusión al rol que tuvo cada actor en las distintas innovaciones entre 1975 y 1990 aproximadamente, como menciona de Obschatko (2009), se puede decir que el papel del INTA en la mejora de los labores agrícolas, es decir las técnicas utilizadas en el campo, fue muy importante ya que al no estar materializadas en un producto no eran fáciles de comerciar por los privados. En lo que se refiere a las modificaciones genéticas de las semillas la producción también estuvo muy concentrada en esta institución en la primera etapa.

El rol del sector privado fue muy importante respecto a la incorporación de bienes de capital, ya que hasta 1975 en el marco de las políticas para fomentar la Industria por sustitución de importaciones (ISI), hubo un incremento significativo de la fabricación de maquinarias y equipos origen nacional para la producción agrícola. Respecto a los agroquímicos, como se mencionará más adelante son importados debido a ciertas políticas del Estado.

Hay que mencionar que en 1977 entra en vigencia la Ley de Semillas creando la Comisión Nacional de Semillas (CONASE). Esta ley tiene como objetivo promover la actividad de producción y comercialización de semillas, asegurar a los productores la calidad de las semillas que compran y proteger la propiedad de las creaciones genéticas, pretendiendo incentivar la generación de nuevas innovaciones (de Obschatko, 2002).

Por otra parte, estimulando la adopción de nuevos avances, en 1974 como se mencionó en el primer punto del trabajo se aprueban las bases estatutarias para la comercialización de la soja.

Por el lado de las políticas, de acuerdo a lo expuesto por de Obschatko (2009) hay que mencionar que en la década de los 70:

- Se otorgan beneficios impositivos y subsidios además de restricciones a la importación de maquinaria agrícola para los productores nacionales,
- Reducciones impositivas y créditos baratos a los compradores de bienes de capital y se reducen los aranceles a los fertilizantes.
- Se creó un lugar de interacción pública-privada llamado Comisión Permanente para el Fomento de la Soja, el cual estaba integrada por organismos públicos, la Bolsa de Cereales y el Instituto Agroindustrial de Oleaginosas (IADO).
- Se elimina en 1978 la prohibición de poder exportar granos y aceites de soja.
- Se disminuyen las retenciones entre 1977 y 1982.

En los años de la década de los 80:

- Se vuelven a implantar las retenciones en 1982.
- Se crea en 1983 el Programa de Fertilizantes, a través del cual el Estado importaba fertilizantes, los distribuía y brindaba créditos.

Los precios internacionales, en estos años tuvieron altibajos pero fueron relativamente desfavorables hasta 1988 y con respecto a la situación de nuestro país, a la década de los 80' se la conoce como la "década perdida" debido a un prolongado estancamiento.

Por otra parte, en 1989 surge la Asociación de Siembra Directa (AAPRESID), producto de investigaciones en relación a la conservación de los suelos a través de la siembra directa durante más de diez años por parte del INTA, productores y fabricantes de máquinas e insumos (Hernández, 2005).

De acuerdo a los descripto por de Obschatko (2009), partir de la década del 90 debido al dinamismo de los mercados internacionales, la búsqueda continua de la competitividad y los avances científicos mundiales se da el desarrollo de un marco legal relacionado con la innovación.

También en esta década se da un cambio estructural en la economía de nuestro país a partir del modelo cambiario de la convertibilidad, la mayor apertura internacional, la desregulación y la privatización de diferentes actividades, entre otras medidas.

Durante la convertibilidad algunas de las medidas que impactan en el sector agroexportador son la eliminación de las retenciones, la reducción de aranceles, un mayor acceso al crédito y toman impulso los mercados de futuros. Estas políticas facilitaron la mayor participación de empresas multinacionales relacionadas con la producción y distribución tecnológica, lo que permitió una transferencia internacional de las nuevas innovaciones, por ejemplo, en el caso de las semillas transgénicas.

Hay que destacar que los nuevos marcos normativos junto con las diferentes políticas llevadas a cabo por el modelo de la convertibilidad, mejoraron en gran medida la posición de los productores a pesar de haber tenido malos precios internacionales, a excepción de los años 1995-1997, y un tipo de cambio poco competitivo.

Si bien el INTA venía trabajando en la siembra directa desde los 80', AAPRESID toma un papel protagónico a partir de los 90'. Lo mismo ocurre con la difusión del nuevo paquete tecnológico utilizado, en la cual tiene un lugar preponderante el sector privado: productores, semilleros, contratistas, fabricantes de maquinarias, etc.

Con respecto a este cambio, es decir la mayor participación privada en las innovaciones, está relacionado con la mayor competitividad requerida por los mercados, la búsqueda de mayor eficiencia y escala, y las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TICs) como por ejemplo Internet. (Op cit)

Hoy en día se necesitan mayores inversiones y capacitación, esto lleva a una mayor cantidad de personas involucradas en el sector, trabajando en redes, y a la mayor concentración de las tierras manejadas por grandes operadores, desapareciendo los pequeños y medianos productores. Se rompe la necesidad de quien explote la tierra sea dueño de la misma y a su vez comienza a darse una deslocalización de la producción hacia zonas extra-pampeanas (de Obschatko, 2009).

Mencionando propiamente el marco regulatorio, de Obschatko (2009) señala que en 1990 se sancionó la Ley de Promoción y Fomento de la Innovación Tecnológica, la cual promueve la relación entre empresas y centros de investigación y desarrollo. También se crea la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, la cual busca financiar proyectos de investigación. Con este último fin se formula el FONTAR (Fondo Tecnológico Argentino) el cual hace hincapié en el financiamiento como impulso de la innovación.

Además, en 1991 se modifica la Ley de Semillas y se crea el Instituto Nacional de Semillas. Durante el mismo año, en el sector privado se organiza el ARPOV (Asociación Argentina de Protección de las Obtenciones Vegetales) y en 1994, nuestro país acepta el UPOV (Unión Internacional para la protección de obtenciones vegetales) con el fin de promover y proteger los derechos de propiedad de los investigadores (Op. cit.).

En ese año fue importante también la creación de un marco para evaluar, controlar y autorizar la aplicación de la biotecnología a las actividades agropecuarias. Esto último fue una señal de la aceptación por parte del Estado de este tipo de productos. Se forma también la Comisión Nacional Asesora de Biotecnología Agrícola (CONABIA) para evaluar el efecto sobre el ecosistema, se permite al SENASA evaluar la aptitud de los alimentos provenientes de estos productos y se otorga a la Dirección Nacional de Mercados la facultad de evaluar el impacto de las exportaciones de estos productos (Trigo, Chudnovsky, Cap y López, 2003).

Siguiendo con la biotecnología, primeramente, el INTA era el principal agente en producir los avances en la misma como se hizo alusión anteriormente. Luego, la actividad pública en esta rama disminuyó en términos relativos ante las empresas privadas. Hacia mediados de los 80' los híbridos estaban concentrados en un pequeño grupo de multinacionales como por ejemplo Cargil o NK. En 1996, por mencionar un caso importante, se libera a la venta comercial la Soja RR resistente al herbicida glifosato creada por la empresa Monsanto e introducida por Nidera. El mercado de transgénicos da cuenta de una marcada privatización en esta actividad y la pérdida de poder de negociación de los agricultores respecto a las grandes empresas (Díaz Ronner, 2003).

Continuando con esta década, también hay que mencionar que en 1993 se crea la Fundación ArgenINTA, a través de la cual el INTA puede realizar asociaciones de investigación y desarrollo con otras instituciones u organismos privados, y además se crea el INTEA S.A., empresa orientada a comercializar semillas, patentes y tecnologías.(de Obschatko, 2002).

Como lo expresan las ideas de Trigo, Mateo y Falconi (2013) y de Bragachini (2018), la relación entre instituciones del Estado y empresas del sector privado para el desarrollo y comercialización de distintas tecnologías ha ganado cada vez más espacio y estos relacionamientos van desde la prestación de servicios hasta contratos de investigación en el que ambos sectores comparten la propiedad intelectual. Como caso concreto de estos relacionamientos hay que destacar el del Silo Bolsa, esta tecnología primeramente fue introducida por el INTA desde Europa y Estados Unidos para luego ser perfeccionada en nuestro país gracias a un trabajo público-privado entre el INTA y empresas que fabricaban bolsas plásticas.

Es importante recordar que el INTA también tuvo amplia participación en lo que se refiere a la siembra directa y la agricultura de precisión durante estos años. Esta última, introducida en nuestro país por la institución en 1996 en nuestros días es difundida por distintas empresas y uniones de privados como AACREA y AAPRESID (de Obschatko, Ganduglia y Román, 2006).

Por el lado de la siembra directa, la adopción primeramente fue favorecida por el estudio público-privado de más de una década y por el cambio en los precios de los insumos durante los 90', y luego, por la expansión de la soja genéticamente modificada (de Obschatko, 2009).

En relación al nuevo milenio, en 2005 el Ministerio de Economía anuncia el Plan Estratégico 2005-2015 para el Desarrollo de la Biotecnología Agropecuaria y en 2007 se aprueba la ley de Promoción del Desarrollo y Producción de la Biotecnología Moderna, la cual busca la sustentabilidad y el impulso de la biotecnología a través de ayudas fiscales. También se da la creación del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva en el año 2007, el cual entre otras cosas busca formular políticas y planificar el desarrollo tecnológico del país (de Obschatko, Ganduglia y Román, 2006).

Finalmente se debe mencionar que a partir de febrero del 2002 el gobierno volvió a recurrir a las retenciones a la exportación con el objetivo de mantener bajo control los precios internos de productos de primera necesidad y a su vez como fin recaudatorio. Ese mismo año se implanta el registro obligatorio de ventas al exterior mediante el sistema de declaraciones juradas.

En el 2007 se aumentan las retenciones a la soja y comienzan a aplicarse cupos para la exportación de determinados granos con el objeto de garantizar la seguridad alimentaria y el acceso de consumidores a productos alimenticios a más bajos precios.

Durante el 2008 se establece un sistema licencias de exportación con autorización previa al cual se lo conoce como ROE (Registro de Operaciones de Exportación) Verde. Todo esto mencionado, estuvo inmerso en un contexto internacional de precios a la suba debido al ingreso de China e India como grandes compradores de productos agrícolas (la soja

adquirió su valor máximo en el 2012) y una fuerte devaluación luego de la salida de la convertibilidad.

Más adelante, a partir del 2015 se da una rebaja parcial de las retenciones. A partir del 2018 se comienza una disminución gradual que se extendería hasta el 2019 pero en ese mismo año se termina suspendiendo.

Conclusión

En el trabajo se analizó el impacto de las innovaciones tecnológicas aplicadas a la producción de soja en la Región Pampeana durante el período 1975-2019. La investigación permitió reparar sobre prácticas pasadas y además reflexionar sobre oportunidades y desafíos hacia el futuro.

En términos generales, el comportamiento de la región analizada ha sido relativamente favorable en cuanto a la evolución de los rendimientos observados. Las mayores tasas de crecimiento de los rendimientos se han observado durante el nuevo siglo donde se profundizaron y difundieron innovaciones implementadas principalmente en la década de 1990. Igualmente, es importante destacar que la tendencia ha sido creciente a lo largo de todo el periodo estudiado.

Como se mencionó en la primera parte del trabajo, Argentina utiliza las mejores innovaciones disponibles a nivel internacional, las cuales fueron sumamente importantes para afectar positivamente a los rendimientos obtenidos en la soja: el apoyo brindado por la Agricultura de Precisión, la adopción de la siembra directa, las semillas transgénicas y la utilización de herbicidas y fertilizantes que controlan las malezas y a los cuales las semillas transgénicas son resistentes.

Con respecto al rol de los actores públicos y privados en la implementación de estas innovaciones, se observa una fuerte influencia del Estado a través del INTA y distintas reglamentaciones, además de la implementación de determinadas políticas económicas, como por ejemplo, en los 90' la reducción de aranceles o en el nuevo milenio el Plan Estratégico 2005-2015 para el Desarrollo de la Biotecnología Agropecuaria. El rol del INTA fue sumamente importante antes del avance de las patentes y las empresas multinacionales en la década de 1990. El papel de esta institución en las investigaciones con el objetivo de generar mejores labores agrícolas y semillas genéticamente modificadas es para destacar.

Sin embargo, si bien es cierto que la participación del INTA es muy relevante para la implementación de innovaciones, cabe resaltar que su papel en términos relativos está disminuyendo ante el avance del sector privado en las distintas actividades agrícolas. Es importante señalar que a partir de la década del 90, el Estado sigue teniendo un rol pero ahora principalmente modificando el marco normativo para que esta mayor participación privada se dé adecuadamente. Las investigaciones llevadas a cabo por el sector privado en cuanto a semillas transgénicas, herbicidas, agricultura de precisión, siembra directa, etc. son muy importantes.

Para finalizar, es necesario tener en cuenta que para el futuro las innovaciones en el sector agrícola son fundamentales para incrementar de manera sostenida los rendimientos. Cuando se habla de este tipo de avances no hay que caer en una dicotomía sector público-sector privado, es necesaria la participación de ambos si se quieren resultados satisfactorios.

Bibliografía

- Alapin, Helena (2008); "Rastrojos y algo más. Historia de la siembra directa en Argentina"; Universidad de Belgrano; Bs. As.
- Andrade, Fernando H. (2011); "La tecnología y la producción agrícola. El pasado y los actuales desafíos"; INTA.
- Bisang, Roberto (2007); "El desarrollo agropecuario en las últimas décadas: ¿volver a crecer?"; CEPAL.
- Bisang, Roberto (2017); "Expansión reciente de la frontera agropecuaria argentina"; IIEP.
- Bisang R., Anlló, G., Campi, M. (2009); "Cambio de paradigmas, revolución biológica y realidad local. La agricultura argentina del siglo XXI"; Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria; Buenos Aires.
- Bisang R., Anlló, G., Salvatierra, G. (2010); "Cambios estructurales en las actividades agropecuarias. De lo primario a las cadenas globales de valor"; CEPAL.
- Bragachini, Mario (2018); "Adopción de tecnología en el sector agropecuario argentino en los últimos 28 años"; INTA.
- de Bernardi, M. L. R., & Actis, J. L.; "La innovación tecnológica en el sector agrícola de Canadá: enseñanzas y comparaciones con Argentina".
- de Obschatko, Edith S. (2009); "Factores Institucionales y socioculturales del cambio tecnológico en la agricultura de granos en la Argentina"; XII Jornadas Interescuelas/Departamentos de Historia; San Carlos de Bariloche.
- de Obschatko, Edith S. (1988); "Las etapas del cambio tecnológico". En "La Agricultura pampeana: transformaciones productivas y sociales"; Fondo de Cultura Económica, Bs. As.
- de Obschatko, Edith S. (2002); "Sector agroalimentario argentino: aporte al crecimiento económico y competitividad; 1965 al 2000"; Facultad de Ciencias Económicas; Universidad de Buenos Aires.
- de Obschatko, E., Ganduglia F., Román F. (2006); "El sector agroalimentario argentino 2000-2005"; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura; Argentina.
- Díaz Ronner, Lucía (2003); "La incorporación de nuevas tecnologías: el caso de la soja"; Documentos del CIEA.
- Díaz Ronner, Lucía (2005); "La incorporación de nuevas tecnologías y algunos de sus componentes problemáticos en el modelo agrícola argentino del siglo XXI"; Revista Theomai; Bs As.
- Gallacher, Marcos (2000); "Cambio Tecnológico a nivel desagregado en el agro argentino"; CEMA.
- Giancola, S., Salvador, M., Covacevich, M., Iturrioz, G. (2009); "Análisis de la cadena de soja en la Argentina"; INTA.
- Hernández Valeria A. (2007); "El fenómeno económico y cultural del boom de la soja y el empresario innovador"; Desarrollo Económico, 47(187).
- INTA (2014); "Causas que afectan la adopción de tecnología en pequeños y medianos productores de girasol, maíz, soja y trigo en la provincia de La Pampa: enfoque cualitativo".
- Lema, Daniel (2015); Crecimiento y productividad total de factores en la agricultura Argentina y países del cono sur 1961-2013"; Banco Mundial.
- Lema, Daniel (2011), "El crecimiento de la agricultura Argentina: un análisis de productividad y ventajas comparativas"; INTA.

- Lema, D., Hermo, S. (2019); "Impacto económico de la investigación agropecuaria en Argentina. El caso del INTA"; Instituto de Economía, Centro de investigaciones en Ciencias Políticas, Económicas y Sociales; Bs. As.
- León C. & Losada F. (2013): "Ciencia y tecnología agropecuarias antes de la creación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)"; Centro Interdisciplinario de Estudios Agrarios, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires.
- Piñeiro, Martín (2003); "Situación y perspectivas del desarrollo agropecuario en Argentina"; Documento presentado en el Seminario "Situación y Perspectivas del Desarrollo Agrícola y Rural Y Seguridad Alimentaria en Argentina"; Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile.
- Pizarro José B. (2003); "La evolución de la producción agropecuaria pampeana en la segunda mitad del siglo XX"; Revista Interdisciplinaria de Estudios Agrarios; Buenos Aires.
- Ramírez, I., Ruilova, B., Garzón, J. (2015); "Innovación tecnológica en el sector agropecuario"; Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- Reca, Lucio G. (2006); "Aspectos del desarrollo agropecuario argentino 1875-2005"; Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria.
- Reca Lucio G. (2006); "El sector agropecuario argentino: despegue, caída y resurgimiento (1875 y 2005)"; Estudios Económicos, 23(47).
- Scarpati, O., Capriolo, A. (2013); "Sequías e inundaciones en la provincia de Buenos Aires (Argentina) y su distribución espacio-temporal"; Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.
- Sturzenegger, Adolfo C. (2015); "Renta agrícola y macroeconomía, tecnología, precios externos y política comercial externa"; Banco Mundial.
- Tercer taller iberoamericano/interamericano sobre indicadores de ciencia y tecnología (1997); "Manual de Oslo – Contexto, proyecciones"; Santiago de Chile.
- Trigo, Eduardo J.(1995); "Agricultura, cambio tecnológico y medio ambiente en América Latina: una perspectiva para el año 2020"; Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias.
- Trigo, E., Chudnovsky, D., Cap E., & López A. (2003): "Los transgénicos en la agricultura argentina, una historia con final abierto"; International Institute for Sustainable Development; Canadá.
- Trigo, E., Mateo, N., & Falconi, C. (2013); "Innovación agropecuaria en América Latina y el Caribe: escenarios y mecanismos institucionales"; Banco Interamericano de Desarrollo.
- Williams, Gary W. (2007); "El cambio técnico y la agricultura: la experiencia de los Estados Unidos e implicaciones para México"; Revista mexicana de agronegocios.
- <http://www.aapresid.org.ar/blog/la-agricultura-que-se-avecina-es-cada-vez-mas-inteligente/>
- <http://www.aapresid.org.ar/blog/la-influencia-del-cambio-climatico-sobre-la-productividad-global-de-los-cultivos/>
- <http://www.aapresid.org.ar/blog/desafios-globales-de-la-productividad-agricola/>
- <http://www.aapresid.org.ar/blog/la-agricultura-que-se-avecina-es-cada-vez-mas-inteligente/>
- <http://www.agmoderna.com.ar/agricultura-moderna/la-revolucion-tecnologica-y-la-innovacion-agricola-en-argentina/>
- <http://www.datos.magyp.gob.ar/>
- <https://www.fertilizar.org.ar/>
- <https://www.obsbusiness.school/int/>

-<https://www.worldbank.org/en/research/commodity-markets>

Anexo 1: Evolución de los rendimientos promedios de la soja en la Región Pampeana en el período 1975-2019.

Campaña	Rendimiento promedio
1975/76	1,430.83
1976/77	1,706.03
1977/78	2,095.97
1978/79	2,085.46
1979/80	1,785.94
1980/81	2,024.57
1981/82	2,038.86
1982/83	1,630.83
1983/84	2,365.33
1984/85	1,961.75
1985/86	2,218.97
1986/87	2,027.29
1987/88	2,194.78
1988/89	1,813.78
1989/90	2,256.75
1990/91	2,363.08
1991/92	2,188.00
1992/93	1,945.86
1993/94	1,899.89
1994/95	2,003.17
1995/96	1,981.50
1996/97	1,656.17
1997/98	2,617.86
1998/99	2,751.75
1999/00	1,980.94
2000/01	2,731.78
2001/02	2,720.17
2002/03	3,190.28
2003/04	2,810.22
2004/05	3,228.42
2005/06	3,182.42
2006/07	3,414.89
2007/08	3,349.42
2008/09	1,689.67
2009/10	3,521.72
2010/11	3,376.14
2011/12	2,871.83
2012/13	3,417.17
2013/14	3,506.69
2014/15	4,145.31
2015/16	3,643.67
2016/17	3,787.86
2017/18	2,731.67
2018/19	3,948.28

Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.datos.magyp.gob.ar

Anexo 2: Crecimiento de los rendimientos promedios en el cultivo de la soja de la región pampeana entre distintos periodos.

Período de tiempo	Crecimiento de los rendimientos promedios
1975-1980	41,49%
1980-1990	16,72%
1990-2000	15,60%
2000-2019	44,56%

Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.datos.magyp.gob.ar

Anexo 3: Evolución de la superficie sembrada total de soja en la región pampeana desde 1975 hasta 2019.

Campaña	Superficie total
1975/76	292,650.00
1976/77	496,550.00
1977/78	873,300.00
1978/79	1,144,758.00
1979/80	1,341,840.00
1980/81	1,323,480.00
1981/82	1,388,800.00
1982/83	1,601,975.00
1983/84	1,926,200.00
1984/85	2,200,300.00
1985/86	2,187,500.00
1986/87	2,306,200.00
1987/88	2,692,950.00
1988/89	2,749,250.00
1989/90	2,964,100.00
1990/91	3,046,900.00
1991/92	2,969,900.00
1992/93	3,010,400.00
1993/94	3,212,730.00
1994/95	3,258,600.00
1995/96	3,304,500.00
1996/97	3,390,700.00
1997/98	3,557,700.00
1998/99	3,840,100.00
1999/00	3,996,350.00
2000/01	4,392,500.00
2001/02	4,559,250.00
2002/03	4,549,402.00
2003/04	4,824,190.00
2004/05	4,858,101.00
2005/06	5,052,350.00
2006/07	5,111,440.00
2007/08	5,262,200.00
2008/09	5,699,226.00
2009/10	5,508,099.00
2010/11	5,344,954.00
2011/12	5,311,450.00
2012/13	5,418,562.00
2013/14	5,599,050.00
2014/15	5,589,928.00
2015/16	5,668,107.00
2016/17	4,944,859.00
2017/18	5,003,250.00
2018/19	4,899,185.00

Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.datos.magyp.gob.ar

Anexo 4: Evolución de la producción total de soja en la región pampeana desde 1975 hasta 2019.

Campaña	Producción total
1975/76	496,383.00
1976/77	1,064,455.00
1977/78	1,970,535.00
1978/79	2,771,456.00
1979/80	2,457,685.00
1980/81	2,725,520.00
1981/82	2,945,953.00
1982/83	2,612,710.00
1983/84	4,790,360.00
1984/85	4,503,340.00
1985/86	4,821,540.00
1986/87	4,734,995.00
1987/88	6,272,050.00
1988/89	4,005,400.00
1989/90	6,668,840.00
1990/91	7,186,600.00
1991/92	6,818,800.00
1992/93	6,511,300.00
1993/94	6,892,900.00
1994/95	7,286,100.00
1995/96	7,268,800.00
1996/97	5,676,000.00
1997/98	9,930,500.00
1998/99	10,452,100.00
1999/00	8,998,100.00
2000/01	12,083,188.00
2001/02	12,772,700.00
2002/03	14,949,000.00
2003/04	13,062,100.00
2004/05	16,047,887.00
2005/06	15,899,453.00
2006/07	17,577,177.00
2007/08	17,889,812.00
2008/09	12,474,020.00
2009/10	18,773,569.00
2010/11	17,526,259.00
2011/12	14,548,184.00
2012/13	18,474,588.00
2013/14	18,726,855.00
2014/15	22,460,195.00
2015/16	18,781,472.00
2016/17	17,756,288.00
2017/18	14,155,153.00
2018/19	19,078,355.00

Fuente: Elaboración propia en base a datos de www.datos.magyp.gob.ar