

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ESTADÍSTICA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO



LICENCIATURA EN ECONOMÍA

SEMINARIO DE INTEGRACIÓN Y APLICACIÓN  
TRABAJO FINAL

**LA AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN EN EL SECTOR  
AGRÍCOLA Y SU CONTRIBUCIÓN EN EL DESARROLLO  
SUSTENTABLE DE LA REGIÓN PAMPEANA.**

Lucia Almanzo

Nº De Legajo: A - 4048/7

DOCENTE A CARGO DE LA COMISIÓN:

Peinado, Guillermo

2023

## **Resumen**

Desde hace décadas, los suelos de la Región Pampeana comenzaron a sufrir una impactante transformación de la actividad agrícola, caracterizada por el gran aumento de la producción, la adopción de tecnología moderna y el desarrollo de nuevas formas organizativas de la producción. Se debió integrar un método de aplicación de buenas prácticas de producción, tales como rotación de cultivos, siembra directa, cultivos de cobertura, manejo integrado de plagas y el uso balanceado de fertilizantes para contribuir significativamente a preservar y mejorar la calidad del recurso suelo. El objetivo de este trabajo es estudiar cómo la aplicación de las prácticas recomendadas por la Agricultura de Conservación impacta en el sector agrícola de la Región Pampeana y demostrar si es un sistema productivo que permite un desarrollo sostenible y sustentable de la agricultura.

## Índice

|   |    |
|---|----|
| Resumen.....  | 2  |
| 1- Introducción.....  | 4  |
| 2- Marco Teórico.....   | 5  |
| 3- Conceptualización de la Agricultura de Conservación.....                       | 6  |
| 3.1 – Evolución histórica de su desarrollo.....                                   | 7  |
| 3.2 – Beneficios en torno a su aplicación.....                                    | 7  |
| 4 - Análisis de las practicas aplicadas en la Agricultura de Conservación.....    | 8  |
| 4.1 - Siembra directa (SD) .....  | 9  |
| 4.1.1 - Modificaciones presentadas en la calidad del suelo.....                   | 10 |
| 4.2 - Rotación de cultivos.....   | 11 |
| 4.3 - Cultivos de cobertura (CC).....   | 13 |
| 4.4 - Manejo integrado de plagas (MIP).....                                       | 14 |
| 5 - Fertilización Balanceada y su vínculo con la Agricultura de Conservación..... | 15 |
| 6 - Sustentabilidad del agro.....   | 17 |
| 7 – Conclusiones.....   | 18 |
| 8 – Referencias Bibliográficas.....   | 20 |

## **1 - Introducción**

Es de pleno conocimiento que el deterioro del Medio Ambiente es uno de los problemas más importantes y difíciles de resolver. Por este motivo, se considera clave que, para poder desarrollarnos de una forma sustentable y eficaz, el uso que se realice de los recursos naturales con los que contamos no supere la tasa de renovación de estos. Sólo así, lograremos preservar el medio ambiente y permitiremos que estos recursos sigan aún vigentes para generaciones venideras (Cammarano, 2013).

El concepto “Agricultura de Conservación” cobra fuerzas en la década de los 80, cuando Argentina atravesaba un periodo de intensificación de los usos del suelo para la agricultura, llegando a relegar más de 5 millones de hectáreas que eran destinadas a la ganadería.

La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) la define como un sistema de cultivo que fomenta la alteración mecánica mínima del suelo (siembra directa), el mantenimiento de una cobertura permanente de los suelos y la diversificación de los cultivos. Realza la biodiversidad y los procesos biológicos naturales por encima y por debajo de la superficie del suelo, lo que contribuye a un mayor aprovechamiento del agua y una mayor eficiencia en el uso de nutrientes, así como a la mejora y sostenibilidad de la producción de cultivos.

Se trata de un sistema de cultivo que puede prevenir la pérdida de tierras cultivables y a la vez regenerar las tierras degradadas.

En la región pampeana, se vienen desarrollando estas prácticas desde 1990 con la instauración de la siembra directa con rotación de cultivos a la agricultura convencional. El uso intensivo en el suelo de forma prolongada dejó expuestos daños ambientales significativos, generando degradación edáfica, reducción de la biodiversidad de organismos del suelo y de insectos benéficos, además, de la contaminación del agua (Jergentz, 2004)

Los distintos actores involucrados en llevar adelante este tipo de producción, desde proveedores, productores, instituciones de investigación, entre otros, prestaron mayor atención y fomentaron un cambio de paradigma para poder realizar este sistema dentro del marco de la sustentabilidad económica y ambiental. Con consciencia plena de que las prácticas aplicadas deben promover la conservación y el uso de técnicas sustentables en la agricultura que fortalezcan las producciones y aumenten la rentabilidad de estas.

En este contexto existen ciertas preguntas que trataremos de responder en este trabajo:

- ¿Cuál ha sido la evolución y el impacto que ha tenido la Agricultura de Conservación en el desarrollo del Sector Agrícola Argentino?
- ¿Cuáles son las practicas que se aplican en la Región Pampeana según la Agricultura de Conservación?

En función de ello, el objetivo general es estudiar el impacto que ha tenido el desarrollo de la Agricultura de Conservación en el sector agrícola de la Región Pampeana en Argentina. Para lo cual resulta necesario:

- estudiar detalladamente las distintas prácticas que recomienda la Agricultura de Conservación aplicadas en la Región Pampeana, así como
- analizar si la Agricultura de Conservación cumple con las condiciones para ser un sistema de producción sustentable en la agricultura.

Para ello, en primer lugar, se plantea el marco teórico utilizado para responder a los objetivos planteados. En segundo lugar, se analiza la evolución de la Agricultura de Conservación en el sector agrícola de la Región Pampeana, teniendo en cuenta su conceptualización, su historia y los beneficios que trae consigo. En tercer lugar, se reconocen y se describen las distintas prácticas llevadas a cabo recomendadas por la Agricultura de Conservación. En cuarto lugar, se analiza y se expone el impacto del uso de fertilizantes en este tipo de actividades y se desarrolla el concepto de Fertilización Balanceada. Finalmente, se incluye un punto correspondiente a las conclusiones que se arriba luego del desarrollo del trabajo.

## **2 - Marco teórico**

El trabajo se aborda desde la Economía Ecológica, entendida como una corriente que tiene por objetivo crear una ciencia de la sostenibilidad y la complejidad de sistemas que sea integral y transformadora. Se destaca por relacionar ecosistemas naturales con el sistema económico, dando protagonismo al medioambiente.

Esta corriente de pensamiento se desarrolló en la segunda mitad del siglo XVIII, durante una época de grandes cambios sociales y políticos, enmarcada por la consolidación de una tradición de investigación interdisciplinar que se mantuvo vigente hasta principios del siglo XX. Dicha tradición interdisciplinar condujo a François Quesnay y a los demás representantes de la escuela fisiocrática francesa a extender el alcance de la economía hacia la comprensión de los fenómenos físicos y naturales que sustentan las actividades agrícolas e industriales (Lizarazo, 2018).

La fisiocracia argumentaba que el único trabajo productivo era el derivado de la actividad agrícola, sumando así el trabajo humano al proceso natural de reproducción y crecimiento, con lo cual se podía “con una semilla obtener cientos de otras y muchas plantas” (Foladori y Perri Estados, 2005 pág. 190). Quiere decir que la naturaleza formaba parte de la fuerza de valor junto con la labor humana.

El planteamiento circular y logo céntrico que plantea la Economía Neoclásica, que arraiga en la economía circulatoria de los fisiócratas, descansa en una falacia que tiene como principal error ignorar los flujos de la naturaleza, que son el sustento de los ciclos de la economía. La incorporación de la naturaleza a la reflexión económica implica introducir importantes restricciones y, necesariamente, una reducción de las fronteras de posibilidades de producción que no pueden ser compensadas sucesivamente por mejoras tecnológicas.

La Economía Ecológica se construye, además, como crítica a la teoría económica neoclásica-keynesiana. Explica que la Teoría de la Síntesis Neoclásica considera a la economía como un sistema cerrado ya que los materiales que se originan en la naturaleza y los desechos que se originan en el proceso productivo son considerados por fuera de este sistema ya que no tienen precio en el mercado (Foladori y Perri Estados, 2005). En este sentido la Economía Ecológica propone un diseño distinto al anterior entendiendo que la economía es un subsistema, en el marco de un sistema ambiental que lo contiene del cual obtiene energía solar y materiales, y al mismo tiempo considerando el calor disipado y los desperdicios lanzados al ambiente. Lo que trata de incorporar es la concientización acerca del uso de recursos naturales no recuperables en el proceso productivo y acerca de la degradación de la naturaleza con los contaminantes que no se pueden reciclar por el ecosistema (Lizarazo, 2018).

Por este motivo, se considera a la Economía Ecológica como un nuevo paradigma científico que pretende superar la Economía Neoclásica a través de una propuesta de gestión de la sostenibilidad de forma interdisciplinar y sin renunciar a la complejidad de la relación del ser humano con la economía y con el medio ambiente (La Roca, 2010).

Otro de sus antecedentes, viene dado por la primera ola de interés público generado por las problemáticas ambientales de la actividad económica que se dio entre las décadas de 1960 y 1970. El trabajo de Nicholas Georgescu-Roegen (1971) fue el primero en integrar formalmente las consideraciones de la termodinámica al análisis económico convencional. Su conclusión fue que el modelo económico dominante, basado en una visión mecánica del mundo y sustentado en el monismo disciplinar, la abstracción, el reduccionismo y la causalidad, no es suficiente para comprender la interrelación de la ciencia económica convencional y los diferentes problemas ambientales y sociales generados por las lógicas de crecimiento continuo como motor del desarrollo (La roca, 2010).

La Economía Ecológica pretende aportar entonces, nuevas herramientas conceptuales y metodológicas que impliquen un nuevo uso eficiente de los recursos económicos y ambientales identificando nuevas fronteras de posibilidades de producción de acuerdo con las nuevas restricciones ambientales y con el concepto de sostenibilidad, caracterizado fundamentalmente por la evitación del traslado intergeneracional de cargas (ambientales, financieras, fiscales, sociales) a las sociedades del futuro.

Este marco teórico permite vincular las distintas relaciones existentes entre “lo netamente económico” y “lo ambiental”, y no pensarlas como dos cuestiones que no están vinculadas entre sí.

### **3- Conceptualización de la Agricultura de Conservación**

En este punto analizaremos cuáles son los principios fundamentales de la Agricultura de Conservación, que dieron luz verde a un nuevo paradigma en el sistema de producción agrícola en Argentina. Las actividades que se llevan a cabo tratan de adaptarse a un mundo que cuenta con recursos naturales limitados y uniformes en calidad obligados a satisfacer una demanda continuamente creciente de alimentos.

De acuerdo con Machado (2010), el habitual crecimiento de demanda mundial de alimentos provocó que el sector agrícola de la región pampeana experimentara una fuerte intensificación del uso del suelo, generando una expansión de la frontera agrícola e incrementando la escala de producción. Siendo los recursos naturales y económicos asignados en función de fuertes estímulos económicos y de beneficios presentes, provocó que el éxito económico estuviera sustentado en el empobrecimiento del suelo y en el incremento de la vulnerabilidad de los sistemas de producción.

Caballero (2022), plantea que, para poder alinear la producción en un marco de sustentabilidad, se debe considerar a la Agricultura de Conservación como una práctica cuya finalidad es evitar la degradación de las tierras cultivadas y regenerar aquellas que han sido afectadas.

La Agricultura de Conservación comprende una serie de técnicas que tienen como objetivo fundamental conservar, mejorar y hacer un uso más eficiente de los recursos naturales, mediante un manejo integrado del suelo, el agua, los agentes biológicos y los “inputs” externos (FAO, 2001). Se define como un concepto avanzado para una producción agrícola que conserva los recursos naturales mientras que, al mismo tiempo, garantiza una alta productividad y buenas rentabilidades económicas.

Benites Jump y Bot (2013), determinan que este sistema tiene tres principios fundamentales:

- Una perturbación mínima del suelo o labranza cero,
- Cobertura permanente del suelo con residuos de cosecha,
- Rotación de cultivos comerciales y de cobertura.

Se trata de conseguir una agricultura sostenible en el tiempo, sin degradar los recursos naturales, pero sin renunciar a mantener los actuales niveles de producción.

### **3.1- Evolución histórica**

El inicio de estas técnicas data de finales de los años 30 en Estados Unidos que, por aquel entonces, sufrió graves procesos de erosión eólica que motivaron las famosas tormentas de polvo, lo que originó la búsqueda de técnicas alternativas que permitieran una reducción de la erosión, al tiempo que fueran económicamente viables. Surgió aquí, el concepto de laboreo de conservación. La falta de control de las malas hierbas y la ausencia de una maquinaria adecuada para la siembra sin laboreo previo, motivaron que en aquellos años los esfuerzos se desviaran más hacia el mínimo laboreo (Gonzalez-Sanchez, 2000).

En Argentina, fue en la década del 50 donde en un primer momento, se propuso la utilización de un modelo mixto de explotación de tierra en donde 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 o 6 años de pastura, se volvía a hacer agricultura con muy buenos rendimientos. Los precios relativos del trigo y de la carne determinaban cuanta superficie se dedicaba a una u otra actividad. Este sistema adoptado resulto ser una solución conservacionista y sustentable (Casas, 2017).

Se dio lentamente comienzo a un proceso de recuperación del ambiente productivo a partir de acciones públicas y privadas y a la introducción de tecnologías más conservadoras. La creación del INTA (Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuaria), Facultades de Agronomía, Grupos CREA (asociación de productores sin fines de lucro) y la legislación aplicada por algunos gobiernos provinciales contribuyeron a consolidar este ciclo regenerativo de las propiedades edáficas (Viglizzo, 1994).

En la década del 70 la historia cambió. Los suelos de la Región Pampeana sufrieron un proceso de agriculturización que desplazó casi 5 millones de hectáreas de uso ganadero a la agricultura. Al mismo tiempo que tuvo lugar la expansión del cultivo de soja que impactó negativamente sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y también sobre su integridad (Casas, 1998).

Debido al avance indiscriminado de los procesos degradativos, investigadores e instituciones vinculadas con el sector agrícola debieron buscar nuevas alternativas que actúen sobre la conservación y la integridad de los suelos. Debiendo prestar especial atención a los procesos físicos superficiales, químicos y biológicos de los procesos productivos que se estaban llevando a cabo.

El INTA inició investigaciones a través del Instituto de Ingeniería Rural y las Estaciones Experimentales de Pergamino y Marcos Juárez en las décadas del 70 y del 80 donde integraron conceptos vinculados a rastrojos sobre el suelo, controlar la erosión y aquellos concernientes a la calidad del suelo. El sistema comenzó a tener una fuerte difusión en los años 90 merced al impulso brindado por la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID), que permitió alcanzar alrededor de 30 millones de hectáreas cultivadas con SD (Casas, 2017).

Hasta ahora el crecimiento de la producción agrícola se logró en base a las nuevas tecnologías, a un creciente nivel de manejo de conocimientos e información por parte de productores y técnicos, y a la capacidad productiva de las tierras.

### **3.2 - Beneficios en torno a su aplicación**

En este apartado, nombraremos los beneficios o ventajas que se consideran claves a la hora de analizar la aplicación de este tipo de sistema productivo en el sector agrícola.

Según Benites Jump y Bot (2013), la pérdida de nutrientes puede ser minimizada por medio del uso apropiado de cultivos de cobertura de raíces profundas, que reciclan los nutrientes lixiviados de la capa superior del suelo, el manejo de la humedad y una mejor recolección, almacenamiento y aplicación de los residuos de los cultivos, del ganado y de las viviendas (residuos de la alimentación). Los nutrientes que son cosechados y removidos pueden ser reemplazados por medio de la nivelación simbiótica del nitrógeno, la materia orgánica o el uso complementario de fertilizantes y suplementos alimenticios.

Los mismos autores dejan en claro que el poder del sistema es dado por la sinergia entre varios elementos. Los efectos incluyen entonces, la reducción de la contaminación de suelos y agua, reducción de la erosión del suelo, y a largo plazo, una disminución en la dependencia de factores externos, una mejora en el manejo del medio ambiente, en la calidad y uso del agua, y una reducción de la emisión de gases de efecto invernadero por un menor uso de combustibles fósiles.

Según la FAO, la adopción de técnicas de Agricultura de conservación puede tener como resultado tres beneficios económicos principales:

- ahorro de tiempo y disminución de la necesidad de mano de obra,
- reducción de costos en combustible, funcionamiento de maquinaria y mantenimiento, así como los derivados de la reducción de mano de obra.
- mayor eficiencia en termino de mayor producción con menos insumos.

Se hace un fuerte hincapié en la distribución de la mano de obra durante el ciclo de producción y la disminución de la necesidad de la misma, considerándolo un efecto positivo para los productores de América Latina, especialmente aquellos que dependen íntegramente de la mano de obra familiar.

En cuanto a los beneficios agronómicos que mejoran la productividad del suelo, tienen en cuenta el aumento de la materia orgánica, la conservación del agua en el suelo y la mejora de la estructura del mismo en la zona de enraizado. La materia orgánica desempeña un importante papel en el suelo: la eficacia del uso de fertilizantes, la capacidad de retención del agua y la retención de nutrientes.

La destrucción de la cubierta vegetal afecta a las plantas, los animales y los microorganismos. Como consecuencia del cambio, algunos se convierten en plagas. No obstante, la mayoría de los organismos se ven afectados negativamente, y o bien desaparecen por completo o experimentan una considerable disminución en número. Con la conservación de la cubierta vegetal en la agricultura de conservación se crea un hábitat para diversas especies que se alimentan de plagas, lo que a su vez atrae más insectos, pájaros y animales. La rotación de cultivos y los cultivos de cobertura frenan la pérdida de biodiversidad genética, que se ve favorecida con el monocultivo.

#### **4- Análisis de las practicas aplicadas en la Agricultura de Conservación**

Se hará un racconto de las distintas practicas aplicadas en el sector en general y al cultivo de soja en particular; teniendo en cuenta que la agricultura contemporánea a este siglo atravesó y continúa incursionando una transformación profunda, influida en todos sus aspectos por el acceso a las nuevas tecnologías de la información, siendo protagonista de un nuevo paradigma en cuanto a materia productiva en nuestro país.

##### **4.1 Siembra directa (SD)**

En la actualidad, el sistema de siembra directa es considerado un nuevo paradigma que revolucionó el sector agrícola en un progreso indefinido dado por un incremento continuo en la productividad de la tierra, derivada de la reducción de costos y del mantenimiento

de la calidad del suelo y la materia orgánica. Su uso mantiene un alto porcentaje: el promedio nacional está por encima del 90% desde hace por lo menos 10 años (INTA, 2019).

De acuerdo con Alapin, (2008) la implantación de la SD implicó un cambio radical en una de las prácticas agrícolas más arraigadas, como es la labranza de la tierra, por lo cual su generalización requirió un tiempo de maduración prolongada por parte de productores, profesionales y organismos oficiales de investigación. El control de malezas en SD constituyó el primer y mayor problema de los técnicos, productores e investigadores. Se necesitaba un mejor conocimiento de plagas y enfermedades que podrían sobrevenir, ya que cambiaba completamente la dinámica fisicoquímica del suelo al no removerlo. La implantación era otro gran problema ya que, requería de maquinarias distintas que pudieran implantar la semilla sin remover el suelo.

El desarrollo de la SD se vincula directamente con el despegue de la soja en el año 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 hasta entonces por la industria de alimentos balanceados (Reca, 2006). Ante estas circunstancias, la Secretaría de Agricultura y Ganadería actuó con prontitud y buen asesoramiento que hicieron posible la importación por parte del Estado de semilla certificada proveniente de los Estados Unidos. De esta manera fue posible renovar y actualizar el material genético existente. La semilla importada fue distribuida para su multiplicación y utilización en cultivo en la siguiente campaña.

Se dio comienzo en Argentina entonces, a nuevas experiencias e investigaciones en SD junto con la creación del Centro Nacional de la Soja en la estación experimental Marco Juárez. Las cuestiones fundamentales en la década de los 70, tuvieron que ver con la rotación trigo-soja y con la posibilidad de mantener mayor grado de humedad en el suelo y evitar la erosión a través de la acción de la cobertura de rastrojos.

En 1977, tuvo lugar la Primera Reunión Técnica de Cultivos Sin Labranza en Marcos Juárez organizada por el INTA, donde se concluyó que desde el punto de vista agronómico: el control de malezas era el más importante de los éxitos de la SD y podía convertirse en el principal factor limitante si no era adecuado. Alfredo Lattanzi, junto a Hugo Marelli, Mario Nardone y Osvaldo Signorile fueron pioneros en el uso de esta técnica. Destacaron el uso del herbicida y del correcto manejo del cultivo. En cuanto a la erosión hídrica y eólica, los resultados podían considerarse alentadores; la SD permitía incorporar a la producción áreas consideradas marginales para el sistema convencional y brindar un mejor manejo y conservación de la humedad del suelo. La SD debía ser enfocada como un sistema completo.

En 1986 nace el Proyecto INTA PAC (Proyecto de Agricultura Conservacionista). La base del proyecto fue la integración y el intercambio entre los distintos actores involucrados cuya meta más importante era frenar la erosión del suelo, siendo la siembra directa el núcleo del plan y dentro de esta, la aplicación fundamental del doble cultivo trigo-soja. Los resultados fueron positivos, demostrando la posibilidad de revertir el alto grado de deterioro de los suelos de la región pampeana, motivación principal del proyecto.

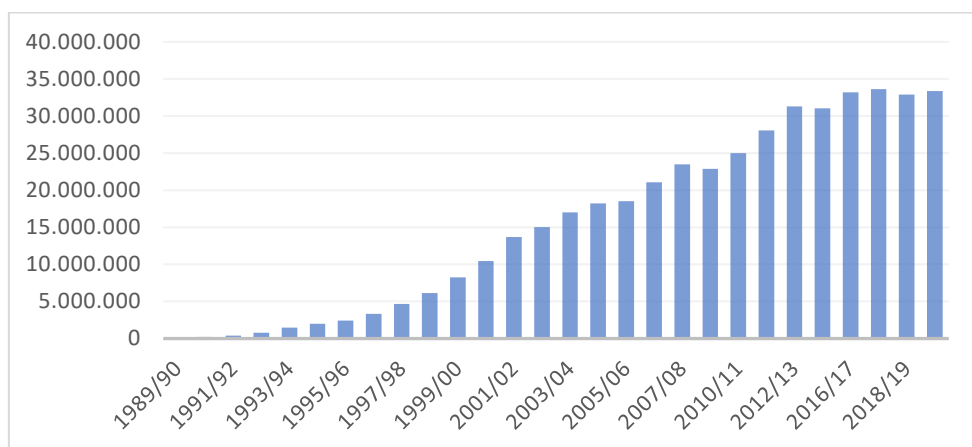
En la década de los 90, existieron distintos sucesos que marcaron un cambio institucional importante y generaron un nuevo modelo de acumulación en el agro. La baja de los aranceles de importación, la supresión de trabas burocráticas para la misma,

la supresión de las retenciones, la sobrevaluación del peso, el encarecimiento del crédito y el aumento del precio de los combustibles operaron de manera diferencial y en parte contradictoria para impulsar la adopción de la siembra directa. No obstante, fue el equipamiento y los insumos claves de maquinaria y herbicidas que actuaron en pro de su difusión.

La ecuación de precios relativos devino negativa, transformándose la eficiencia en una condición *sine qua non* para la permanencia en la actividad. La posesión de capital cultural o la posibilidad de pagarlo unido a la imperante necesidad del aumento de la escala se convirtieron en factores determinantes para la posibilidad de adopción del sistema. La difusión fue encarada por instituciones ad hoc y otras ya conocidas que planteaban algunos de los beneficios que trae aparejada la implantación de SD: reducción de mano de obra o el paso de tareas de ejecución a tareas de control, reducción del consumo de combustible, mejor posibilidad de realización del doble cultivo por reducción de tiempos, reducción de la erosión y mejor aprovechamiento del agua, entre otros (Reca, 2006).

Desde comienzos de la década del 90 a la actualidad, el crecimiento de superficie en SD fue de un 8447%, siendo el periodo de mayor crecimiento en sus comienzos (1990-2000) con un aumento del 2576%. En la última década, 2010-2020, sólo se ha incrementado un 34%. Se muestra entonces una fuerte expansión, acompañada de las técnicas de siembra y las nuevas tecnologías aplicadas a partir de la década del 90.

**Gráfico 1. Evolución de la superficie en Siembra Directa (hectáreas). Campañas 1989/90 a 2018/19, en hectáreas.**



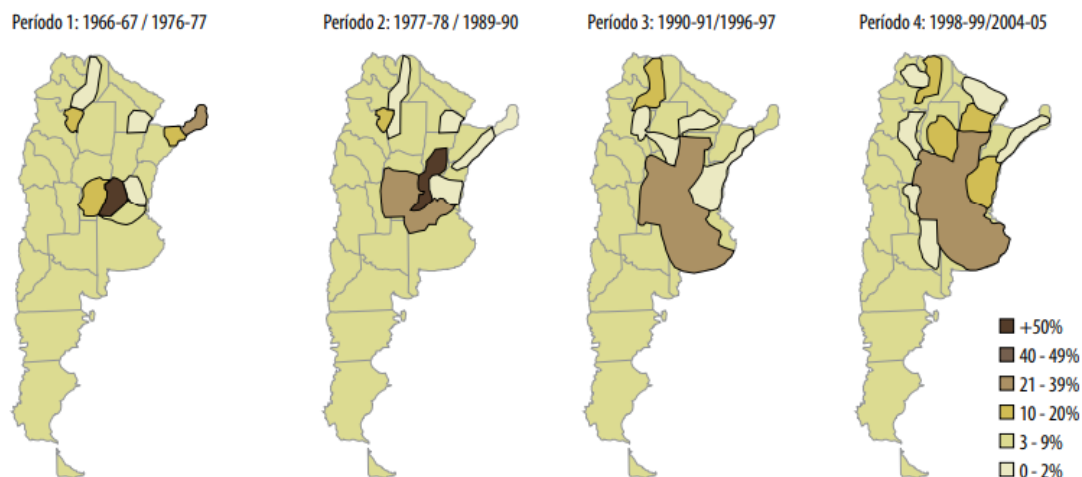
Fuente: elaboración propia en base a datos de Bolsa de Cereales /AAPRESID.

#### 4.1.1 - Modificaciones presentadas en la calidad del suelo

El Grupo del Banco Mundial, realizó en el año 2016 un análisis ambiental sobre la situación en Argentina. Destacó que, entre 1991 y 2008, la superficie bajo SD aumentó de 0,3 ha a 22 millones de hectáreas. Dicho avance permitió la transformación de tierras poco intervenidas y menos costosas en tierras potencialmente productivas. El norte de la Argentina no era apto para el cultivo de la soja. Los cultivos se incrementaron solo en décadas recientes, aprovechando los avances tecnológicos y las mayores precipitaciones registradas, que permitieron más cultivos de secano<sup>1</sup> en la región.

<sup>1</sup> Terreno de cultivo que no tiene riego y solamente se beneficia del agua de la lluvia.

**Figura 1. Evolución de la expansión de la frontera de las regiones con cultivos de soja a través del tiempo. 1966-2005**



Fuente: Argentina: análisis ambiental del país. Serie de informes técnicos del Banco Mundial en Argentina, Paraguay y Uruguay (2016).

Como se puede ver en la figura anterior, en forma simultánea la frontera agrícola se ha desplazado hacia zonas más frágiles, tradicionalmente mixtas o ganaderas, en muchos casos ocupadas por bosques nativos (Casas, 2017).

Se puede considerar entonces que, la SD, al evitar remover la tierra, garantiza una menor oxidación de la materia orgánica y una mayor estabilidad de los agregados del suelo; al conservar su bioporosidad, los canales generados por las lombrices y las raíces son más estables y permiten mayor ingreso de agua al perfil. Al mismo tiempo, la densa cobertura de rastrojos presente en la superficie protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia, reduciendo el escurrimiento del agua y ampliando el tiempo de permanencia sobre los residuos para una mejor infiltración.

Finalmente, la SD basa su alta eficiencia en el control de la erosión, en el mantenimiento en superficie de importantes niveles de cobertura aportada por los rastrojos de los cultivos. Estos rastrojos protegen al suelo del impacto de la gota de lluvia, evitando así que la energía almacenada destruya los agregados del suelo. Además, los residuos crean rugosidad y actúan como barreras al desplazamiento del agua de lluvia, facilitando su infiltración en el suelo. Para que el sistema sea sustentable se deben implementar rotaciones que incluyan cultivos de gramíneas (maíz, trigo, sorgo, etc.) que mantengan el suelo bien estructurado y un balance positivo de la materia orgánica (Casas, 2017)

En términos económicos, la SD permite subir los rendimientos mínimos (por mayor estabilidad en la producción) y los rendimientos máximos (por los años con mayores precipitaciones) al menor costo productivo comparado con sistemas convencionales de producción.

#### **4.2- Rotación de Cultivos**

La rotación de cultivos es una práctica que aporta múltiples beneficios para el medioambiente y para el agricultor. Consiste en la alternancia de cultivos, con diferentes características agronómicas, sobre una misma parcela durante ciclos sucesivos. Esta variación en el tipo de cultivo optimiza el aprovechamiento de los recursos disponibles, y permite una gestión más sostenible de las malas hierbas, enfermedades y plagas que pueden interferir con el correcto desarrollo de los cultivos.

La aplicación de esta práctica es ampliamente recomendada, dado que incrementa los rendimientos y la rentabilidad, promoviendo la producción sustentable y la calidad óptima del suelo. Se ha atribuido incrementos en los rendimientos a la rotación, dado que esta práctica propicia el efecto combinado de factores múltiples entre los que se incluyen la menor presencia de malezas, el uso más eficiente del agua, el incremento de la calidad de suelo y la mayor actividad biológica, por lo tanto, la producción de cultivos (Rojas, 2015).

Según la FAO, la participación de las gramíneas dentro de la rotación de cultivos ha cobrado mayor relevancia a lo largo de los últimos años en nuestro país. Logra producir los cultivos adecuados en la cantidad necesaria para asegurar la rentabilidad de la explotación, y, a la vez, conseguir mantener la calidad del suelo a largo plazo, es un reto al que un productor debe enfrentarse cada año. Así mismo, otro reto a la hora de planificar la secuencia de cultivos hospedadores y no hospedadores es el de prevenir plagas y enfermedades concretas sin llegar a favorecer otras nuevas (Rojas, 2015).

Todos los beneficios de la rotación sobre la producción son, por lo general, referidos como el “efecto rotación”. Este término comprende la acción de la combinación de cultivos sobre la disponibilidad de nutrientes y agua; la dinámica de plagas, malas hierbas y enfermedades; la presencia de sustancias inhibitorias o promotoras del crecimiento; y sobre la condición del suelo.

En términos generales, las ventajas de la rotación se relacionan con la posibilidad de:

- manejar la cantidad y la calidad del material vegetal (raíces y residuos de cosecha) que se devuelven al suelo;
- incorporar cultivos que fijen nutrientes (por ejemplo, leguminosas) o con distintos patrones de utilización de nutrientes y agua;
- manejar las malas hierbas, las plagas y las enfermedades;
- combinar sistemas de laboreo y de agroquímicos, permitiendo una utilización más eficiente; y
- manejar la cobertura del suelo y sus propiedades químicas, biológicas y físicas.

Desde el punto de vista empresarial permite una mayor diversificación de los riesgos productivos por las condiciones climáticas, ya que pueden resultar desfavorables para un cultivo y no tanto para otro que esté sembrado en diferentes lotes. Además, existen contratos de cobertura que permiten posicionarse en el mercado y asegurarse un precio determinado. Existen diferentes rotaciones según el clima, los diferentes tipos de suelo, las condiciones del lote, por eso es importante que el cultivo se adapte a la fertilización que necesita cada suelo y considerar la composición que haya de materia orgánica edáfica, ya que, de existir pocos rastrojos, este método contribuye a adicionar carbono al suelo.

El paso desde una agricultura tradicional hacia una agricultura sostenible supone la transformación de una agricultura basada casi exclusivamente en la utilización de insumos externos, en una agricultura basada en el manejo de las interacciones y de los procesos que permita hacer un uso más racional y seguro de aquéllos, valiéndose de los servicios que el agroecosistema puede brindar si se lo mantiene en condiciones adecuadas (Studdert, 2006).

### 4.3 - Cultivos de cobertura (CC)

En las últimas décadas, la inclusión de cultivos de cobertura (o cultivos de servicio) ha sido una práctica ampliamente adoptada en el sector agrícola. Se refiere a aquellos cultivos sembrados entre dos cultivos de cosecha y que no serán incorporados al suelo, pastoreados ni recolectados. De esta manera, la totalidad de la biomasa aérea de los CC queda completamente en superficie generando un colchón que contribuye con la reducción de la erosión, atenuación de la temperatura del suelo, control de malezas, aporte de nutrientes, entre otros (Álvarez et al. 2020).

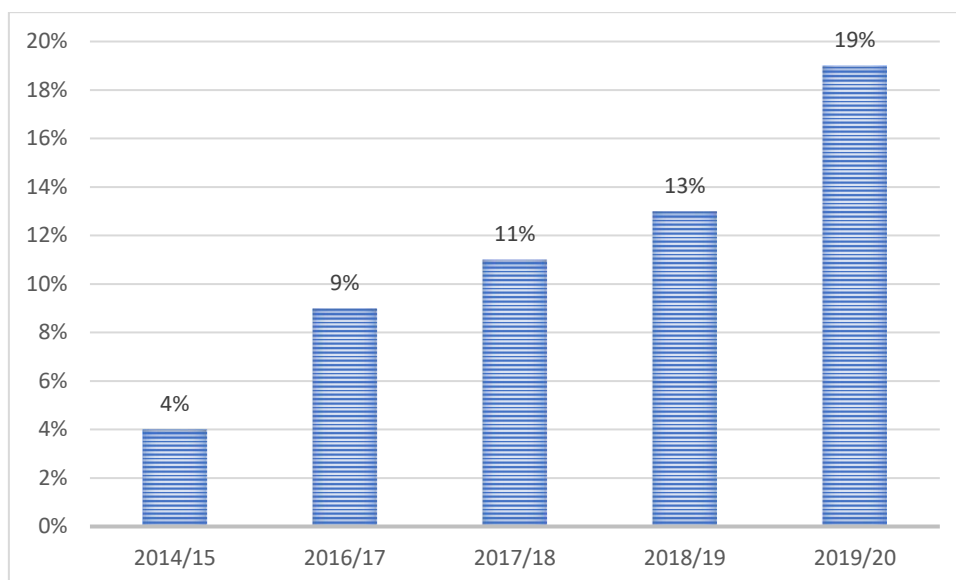
Los CC cumplen con múltiples funciones: mejorar la captación, distribución y almacenaje de agua, controlar recargas del nivel freático y disminuir ascenso de sales a la superficie, reducir la compactación, atenuar temperaturas extremas en superficie, anclar residuos de cosecha, mejorar los balances de carbono y nitrógeno del suelo, reducir la lixiviación de nitratos residuales y controlar malezas.

Según el INTA, inicialmente los cultivos de cobertura fueron utilizados para controlar problemas de erosión. La masa vegetal que produce un cultivo de cobertura impide el impacto directo de las gotas de lluvia sobre la superficie, reduce la velocidad de escurrimiento y frena el arrastre de materiales. Asimismo, existen zonas donde la conjunción de suelos frágiles y clima semiárido favorece el proceso de erosión eólica, y los cultivos de cobertura reducen significativamente las pérdidas del recurso. De esta manera, mejoran la conservación, las condiciones biológicas, físicas y químicas del suelo. Además, se adicionan múltiples beneficios en relación con la humedad de los suelos (AAPRESID): mejoran la captación, distribución y almacenaje de agua, controlan la recarga del nivel freático y disminuyen el ascenso de sales a la superficie. A su vez, mejoran los balances carbono y nitrógeno del suelo, incorporando materia orgánica y aportando nitrógeno por fijación biológica cuando se trabaja con especies leguminosas. Actualmente, uno de los principales motivos de su adopción se debe a que los cultivos de cobertura compiten con malezas de difícil control con herbicidas, permitiendo un control de estas y reduciendo la aplicación de herbicidas, lo cual a su vez reduce el impacto ambiental y el costo económico (AAPRESID).

Las especies más utilizadas como CC invernales pertenecen a las familias de las gramíneas y las leguminosas. La siembra aérea se ha incrementado significativamente posibilitando adelantar el establecimiento de los CC unos 30-60 días antes de la cosecha del cultivo de verano. Ello posibilita aprovechar mejor los recursos de precipitaciones/temperaturas y heliofanía que favorecen la implantación y desarrollo del cultivo de invierno, especialmente en zonas donde las precipitaciones de invierno son muy escasas.

En Argentina la siembra de CC o de servicio viene creciendo a lo largo de los últimos años y muestra una tendencia positiva hacia el futuro. Si bien en la campaña 2019/20 solamente el 19% de los productores realizó cultivos de cobertura a nivel nacional, este valor se quintuplicó en sólo 5 campañas. A la fecha se observa una amplia experimentación empírica, con numerosos productores sembrando bajas proporciones de área en su rotación de cultivos.

**Gráfico 2. Evolución del porcentaje de productores que realizó cultivos de cobertura en Argentina.**



Fuente: elaboración propia con datos obtenidos de PAS (Panorama Agrícola Semanal) 2020, Dpto. de Estimaciones Agrícola.

El uso de estos cultivos como herramienta productiva está fuertemente asociado a las condiciones ambientales de cada zona: su eficacia dependerá del régimen de lluvias y la calidad de los suelos, como también del manejo técnico que esto implica.

Empezando por las gramíneas, se destaca el Centeno en el Oeste de Buenos Aires, La Pampa, Córdoba (no sudeste) y San Luis. Avena blanca es el principal cultivo del sudeste (SE) de Buenos Aires, centro de Buenos Aires y del centro de Santa Fe. El Trigo se destaca en el NOA, Entre Ríos, centro de Santa Fe y zona Núcleo. Vicia villosa es sembrada en cantidades bastante parejas en todas las zonas. Otros cultivos para destacar son la Cebada en el NOA y sudoeste (SO) de Buenos Aires, Vicia sativa en el SO de Buenos Aires y Raigrás en Entre Ríos, SO y SE de Buenos Aires.

#### **4.3- Manejo Integrado de plagas (MIP)**

En los seres humanos, el uso indiscriminado de plaguicidas ha significado un incremento en las intoxicaciones agudas y crónicas de la población. Desde el CONICET han desarrollado distintos artículos que evidencian y exponen los efectos nocivos que tiene para la población y para el medioambiente el uso de glifosato, encontrando necesario contar con dosis y medidas que adecuen la utilización del producto, ya que aplicaciones no monitoreadas producen efectos perjudiciales para la salud humana como así también, en los acuíferos afectando la sustentabilidad del agro en su totalidad.

El MIP ha sido definido como "el sistema de manejo de plagas, que, en el contexto de la asociación del medio y la dinámica poblacional de las plagas, utiliza todas las técnicas y métodos adecuados de forma compatible, manteniendo las poblaciones nocivas a niveles por debajo de aquellos causantes de daño económico" (Labrada, et al. 1996). Desde su adopción, el MIP se ha convertido en la base de todas las actividades de protección vegetal de la FAO, ya que el mismo contribuye directamente al desarrollo de una agricultura sostenible. El incentivo para el desarrollo y adopción del MIP ha sido producto de las consecuencias alarmantes del uso indiscriminado de plaguicidas, que ha tenido un impacto negativo sobre el ambiente, la salud de los agricultores y

consumidores, los costos de producción, el balance ecológico de las poblaciones de plagas y resistencia de estas a los plaguicidas en uso (Labrada, et al. 1996).

El MIP puede verse en tres niveles, donde el objeto de control:

- (a) es una sola especie de plaga,
- (b) un rango de insectos o malezas y
- (c) una composición completa de todos estos organismos nocivos.

Según la FAO (2006), las funciones del MIP en la agricultura sostenible son diversas y fundamentales para promover el crecimiento de cultivos sanos, perturbando lo menos posible los ecosistemas agrícolas y fomentando los mecanismos naturales de control de plagas. El sistema contribuye a una mayor productividad de las explotaciones agrícolas y disponibilidad de alimentos mediante la reducción de las pérdidas de cultivos antes y después de la cosecha. Reduce la cantidad de plaguicidas utilizados y los residuos en alimentos, piensos y fibras.

Con relación al control químico, es bueno destacar que se han logrado ciertos avances en la investigación que representan niveles de toxicidad menores y se los aplica en concentraciones más pequeñas y el espectro de control es más específico, controlando solo la plaga objetivo sin tener contacto con el resto.

En cuanto a la efectividad económica del sistema, reduce los costos de producción mediante la disminución de los niveles de utilización de plaguicidas, generando que los agricultores puedan obtener mejores precios en los mercados y aumentar la rentabilidad de sus explotaciones.

## **5 - Fertilización Balanceada y su vínculo con la Agricultura de conservación**

Fueron los países desarrollados quienes, en primera instancia, comenzaron a emplear fertilizantes químicos en sus principales cultivos de granos. Debido a la Segunda Guerra Mundial, existieron cambios críticos en la forma en la que se llevaba a cabo la agricultura como consecuencia de la amplia demanda generada de alimentos. Entre 1920 y 1950, el uso de fertilizantes en Estados Unidos y en Europa Occidental llegó a multiplicarse por siete el uso de fertilizantes en la producción agrícola.

En los años 60, se dieron fuertes cambios producto de la llamada "Revolución Verde", liderada por el Premio Nobel Norman Borlaug, quien postuló 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.

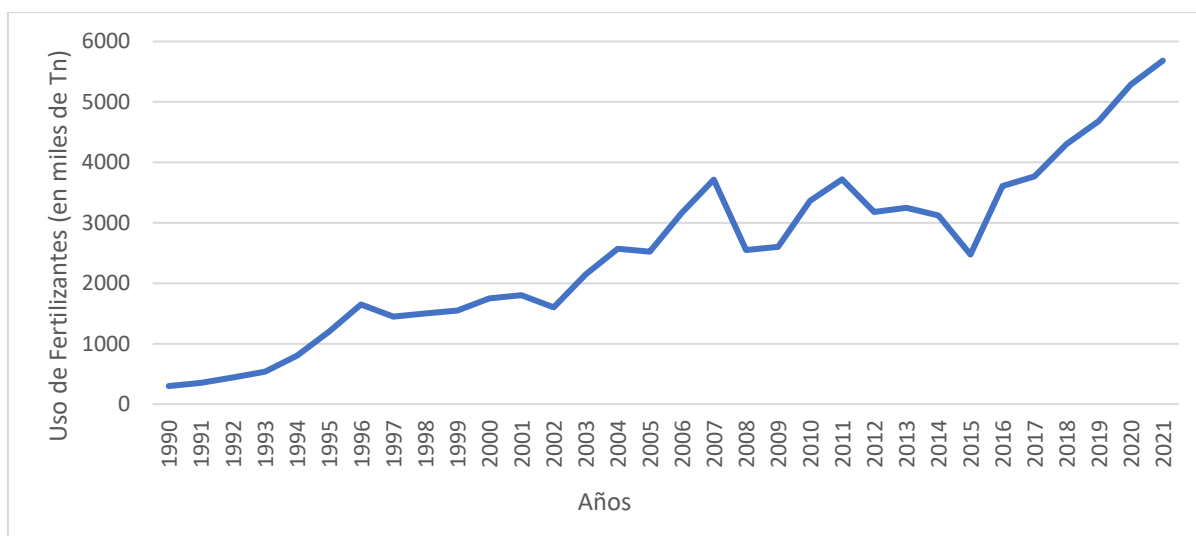
El éxito de la Revolución Verde en el mundo fue resonante, salvo en Argentina donde la historia fue muy diferente. Se mantuvo al margen del creciente empleo mundial de fertilizantes, ya que su uso se restringía a la caña de azúcar, vid, frutales (particularmente bajo regadío) y hortalizas. Su crecimiento vegetativo fue muy modesto.

El programa económico de 1991 puso término al divorcio entre la agricultura argentina y los fertilizantes químicos. La remoción de las barreras a la importación de fertilizantes y la estabilidad de la economía, impulsaron una rápida adopción de esta tecnología, que resultó fundamental para la expansión de la agricultura ocurrida en los últimos quince

años, poniendo término a la falla social responsable de una costosa demora de al menos treinta años en la incorporación de fertilizantes a la agricultura pampeana.

En el siguiente gráfico, se observa la evolución en continuo crecimiento que muestra el consumo de fertilizantes. En 1990 apenas se consumían 300 mil toneladas de fertilizantes en todo el país. En el año 2000 ya consumíamos 1,75 Mt, mientras que para el 2010 ya se habían superado el umbral de los 3 Mt por año. El consumo siguió en alza y en 2021 el consumo de fertilizantes se ubicó en torno a los 5,7 Mt, creciendo más de 17 veces respecto al consumo del año 1990.

**Gráfico 3. Evolución del uso de fertilizantes. Argentina, 1990-2021, en miles de toneladas.**



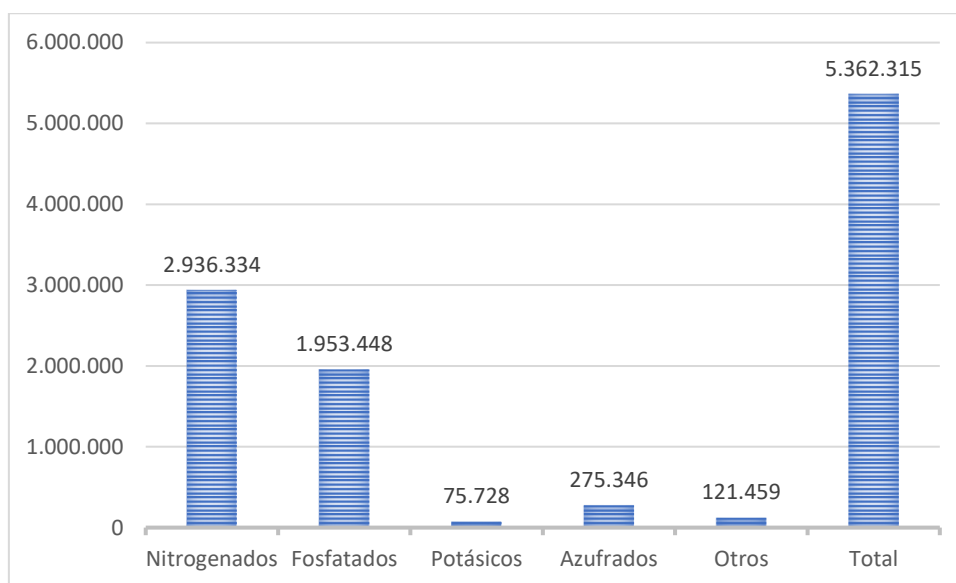
Fuente: elaboración propia en base a datos de [www.fertilizar.org.ar](http://www.fertilizar.org.ar)

La Fertilización Balanceada plantea desarrollar una mejor practica agronómica para la producción de cultivos económicamente rentables y de forma sustentable para el sistema en el tiempo. Busca aportar la cantidad necesaria de nutrientes al sistema productivo, conforme a la demanda de los cultivos en la unidad de superficie y al mismo tiempo maximizar la sinergia existente entre la oferta completa y balanceada de nutrientes, permitiendo expresar al cultivo su máximo potencial genético, con un esquema rentable, sustentable y que proteja al medio ambiente.

En el sistema de producción de granos, los nutrientes que se encuentran como deficientes son el N (Nitrógeno), P (Fósforo) y S (Azufre), pero también debe evaluarse la posibilidad de deficiencias de otros nutrientes según zona y cultivo. Se ha comprobado que el Fósforo (P) tiene una interacción positiva con N y S. La fertilización conjunta NPS supera significativamente tanto en rendimiento como en margen neto de ganancia, en comparación a otras fertilizaciones. Para optimizar el manejo de los nutrientes Nitrógeno (N) y Azufre (S), se considera llevar los niveles de P Bray-1 (Fósforo extractable) del suelo a valores que no sean limitantes para los cultivos. Ello asegurará una correcta nutrición que permita mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes aplicados no sólo a los cultivos, sino a toda la rotación agrícola. Durante los últimos años, trabajos de investigación realizados por varias instituciones técnicas referentes como AAPRESID, IPNI e INTA, han demostrado claramente los efectos de la Nutrición Balanceada de los cultivos, que contribuyen a mejorar el balance del suelo.

“La fertilización de los cultivos no sólo permitirá un mayor retorno económico en el corto plazo, sino una planificación racional de la fertilización, incrementando el nivel de nutrientes de más difícil reposición, con el objetivo de asegurar una producción sustentable”. (Ing. Agr. Salvagiotti, 2004). Ello asegurará una correcta nutrición que permita mejorar la eficiencia de uso de los nutrientes aplicados no sólo a los cultivos, sino a toda la rotación agrícola. Durante los últimos años, trabajos de investigación realizados por varias instituciones técnicas referentes como AAPRESID, IPNI e INTA, han demostrado claramente los efectos de la Nutrición Balanceada de los cultivos, que contribuyen a mejorar el balance del suelo. (Petri, Juan; Toribio, Mirta, 2019).

**Gráfico 4. Consumo de fertilizantes en el sector agrícola, en toneladas. Argentina, 2020.**



Fuente: elaboración propia con datos de la Bolsa de Comercio de Rosario. 2020

La Fertilización Balanceada, con todos los elementos requeridos por los cultivos y que sean deficitarios en el suelo, constituye uno de los pilares de la producción sustentable, al evitar que la exportación continua de nutrientes produzca el agotamiento de los suelos. En esta dirección, el sistema de fertilización balanceada constituye una herramienta muy valiosa para optimizar la dosificación de fertilizantes minimizando el impacto ambiental negativo.

## 5- Sustentabilidad del Agro

La agricultura mundial de las próximas décadas deberá tener productividad creciente a los efectos de poder satisfacer el aumento de la demanda de alimentos sin necesidad de recurrir a nuevas tierras, ya que esto implicaría incrementar la degradación de los suelos y la desaparición de numerosas hectáreas con bosques con una enorme pérdida de biodiversidad. Esta situación generará una mayor presión sobre los recursos naturales y un conflicto con los fundamentos del uso sustentable.

Se entiende que la sustentabilidad del agro es una meta, un propósito del quehacer agropecuario donde todos los involucrados en el proceso productivo deben estar comprometidos con este objetivo. Para que esta actividad se desarrolle de forma sostenible en el tiempo, es crucial que, con el paso del tiempo, pueda mantenerse bajo las mismas condiciones y sin agotar los recursos naturales.

A la luz de los conocimientos y experiencia obtenida hasta la actualidad, el sistema de siembra directa es el que más se aproxima al sistema de cultivo ideal del suelo, contribuyendo en gran medida a poner freno al proceso erosivo generalizado que existe en la Argentina. Es por esto por lo que, la conservación de la integridad y las funciones del suelo continuará siendo el principal factor relacionado con el desarrollo de sistemas agrícolas sustentables.

Tal vez los más importantes de esos hitos en los últimos años fueron los tres siguientes:

- Nuevos paquetes tecnológicos, la mayoría de ellos asociados a nuevas variedades de semillas genéticamente modificadas.
- El pasaje desde la siembra convencional a la directa donde los granos se siembran en una sola operación y utilizando un sólo equipo agrícola. La SD permitió un uso más sustentable del recurso suelo, y un uso más eficiente del agua, el recurso más limitante de la producción.
- Los cambios en la organización industrial del sector que permitió pasar de la figura, históricamente casi exclusiva, del productor-propietario a la integración de este último con redes de empresas que coordinan e integran la producción: “Actualmente dos terceras partes de la producción de cereales y oleaginosos se realiza en redes, que integran a los dueños de la tierra con firmas especializadas en el manejo de los cultivos, inversores de capital, y proveedores de servicios especializados (siembra, cosecha, transporte, acondicionamiento, almacenamiento), que permiten alcanzar escalas competitivas, alta eficiencia en los distintos eslabones de las cadenas y bajos costos de transacción” (Sturzenegger, 2015, pág. 27).

El manejo del suelo debe estar integrado dentro de un enfoque que incluya la eficiencia en el uso de la energía fósil, el control de contaminación, el balance de gases, la eficiencia en el uso del agua y la conservación de la biodiversidad. De tal forma, se estará en dirección de conseguir la sustentabilidad, como condición que permita mantener en el tiempo un flujo de bienes y servicios que satisfagan las necesidades alimenticias, socioeconómicas y culturales de la población, dentro de los límites biofísicos que establece el correcto funcionamiento de los agroecosistemas que lo soportan (Machado, 2010)

## **6- Conclusiones**

De la evolución de la producción de nuestros cultivos pampeanos, sobresale la soja con un aumento de más del 400%. En este período la superficie sembrada con este grano aumentó mucho (300%) a través de 3 factores:

- a. Extensión de la frontera agrícola por los aumentos en la renta en el sector
- b. Por la doble cosecha, trigo-soja; y
- c. Por sustituir uso de la tierra que se destinaba previamente a ganadería o a trigo.

En cuanto a la expansión en el insumo tierra, ello se produce en particular por el corrimiento hacia áreas no pampeanas motivado con el aumento en los márgenes agrícolas en la década pasada, y con las mayores posibilidades y atractivos en cuanto a la doble cosecha que, entre otros factores, permitió la siembra directa.

El sector agrícola argentino ha demostrado poseer una enorme capacidad de respuesta productiva a los incentivos y a las posibilidades tecnológicas y de mercado a su alcance. La evolución de la producción muestra que el stock de recursos, los sistemas de

incentivos y la adopción de nuevas técnicas de producción deben adaptarse a este nuevo paradigma que les demanda ocuparse de un sistema productivo compatible con los tiempos que corren.

El principal desafío que hoy enfrenta la sociedad argentina en el ámbito agrícola es el desarrollo de un marco estratégico que posibilite el aprovechamiento pleno de enormes posibilidades para producir bienes de alta calidad sin agotar los recursos naturales con los que cuenta. El incesante abuso de los recursos naturales esta llevando a una espiral de seguridad alimentaria decreciente y para poder revertir o al menos, retardar esta situación, es importante enfrentar urgentemente el problema de degradación y la pérdida de los recursos.

La adopción de las técnicas que plantea la Agricultura de Conservación fomenta el buen manejo del suelo, siendo comercialmente productivo, permitiendo un manejo cuidadoso de los recursos de aguas y suelos, y también de cultivos, sus plagas y pestes. Se reconoce, cada vez más, que hay una necesidad de buscar formas de gestión de los agrosistemas que sean sostenibles, contribuyendo a una mayor biodiversidad, la diversificación de la producción y el uso equilibrado del suelo.

Finalmente, es importante reconocer que, en Argentina, es de vital importancia que las actividades primarias agrícolas se desarrollen de manera conjunta teniendo en cuenta el ambiente en el que intervienen y que se tomen las medidas necesarias para proteger el producto, el suelo, el aire y la vida humana. Es fundamental un manejo consciente y eficaz de los fertilizantes y agroquímicos que se utilizan en el proceso productivo y que sean recetados por ingenieros agrónomos capacitados para cada caso.

Cabe destacar que, además, es crucial una acción conjunta entre los distintos sectores que intervienen en el sector: Gobierno, Instituciones y asociaciones de productores como AAPRESID, para la difusión y la publicidad de estas prácticas. Es necesario la instrumentación de políticas públicas para la implementación correcta de este sistema productivo y que todos actúen en función de llevar adelante un sistema productivo sostenible en el tiempo y sustentable a nivel económico.

## **7- Referencias Bibliográficas**

- AAPRESID (2018). "Cultivos de cobertura en Argentina. Qué se está haciendo y qué falta" Revista Asociación Argentina de Productores de Siembra Directa.
- Alapin, Helena (2008) "Rastrojos y algo más. Historia de la siembra directa en Argentina". Buenos Aires. Editorial Teseo - Universidad de Belgrano.
- Álvarez, Cristian; Fernández, Romina; Rillo, Sergio Nestor; Frasier, Ileana; Quiroga, Alberto Raúl; (2020). "¿Cuándo, para qué y cómo usamos un cultivo de cobertura?".
- Benites Jump, José Ramiro; Bot, Alexandra (2013) "Agricultura de Conservación: una práctica innovadora con beneficios económicos y medioambientales".
- Bolsa de Cereales. (2022). "Prácticas ambientales en la producción agrícola argentina" – Relevamiento de tecnología Agrícola Aplicada, informe mensual Nro. 53.
- Caballero, Isabel, (2019). "Agricultura de Conservación o Agricultura Sin Labranza".

- Cammarano, Darío Ernesto Iturria (2013) "Costos Ambientales".
- Casas, R. R. (1998). "Causas y evidencias de la degradación de los suelos en la región pampeana. En: Hacia una agricultura productiva y sostenible en la pampa". Harvard University, Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica-
- Casas, R. R. (2017). "La degradación del suelo en la Argentina. En: Manejo y conservación de suelos. Con especial énfasis en situaciones argentinas". Ed. Mabel E. Vázquez. Asociación Argentina de la Ciencia del Suelo. Buenos Aires.
- Costa, J.L., Suero, E.; Bedmar, F., Bocanegra, E. y Martínez, E., (1996). "Contaminación de acuíferos superficiales por lavado de nitratos". INTA Publicación Técnica No. 6.
- Foladori, G., (2005). "La economía ecológica. ¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable". Pierrí Naína y Foladori Guillermo Editores. Ed Baltgrafica. Montevideo p. 189-195.
- González Sánchez, Emilio J. (2000). "Agricultura de Conservación: situación actual y perspectivas".
- Jergentz. (2004). "Linking in situ bioassays and dynamics of macroinvertebrates to assess agricultural contamination in streams of the Argentine Pampa. Environmental Ecotoxicology and Safety".
- Labrada, R; Caseley J.C; Parker C. (1996). "Manejo de Malezas para Países en Desarrollo". Estudio FAO Producción y Protección Vegetal - 120
- La Roca, Francesc. (2010). "Parte I: Marco conceptual" (Francisco Joaquín Cortés García); "Invitación a la economía ecológica. Un recorrido por sus principios fundamentales".
- Lizarazo, Jerson S. (2018). "Economía Ecológica y la construcción epistemológica de una ciencia revolucionaria para la sostenibilidad y la transformación del mundo".
- Manchado, Juan Carlos. (2010). "La Sustentabilidad en la Agricultura Pampeana: valoración económica del balance de nutrientes para las principales actividades agropecuarias extensivas en la región centro sur de la Provincia de Buenos Aires".
- Petri, Juan Toribio, Mirta (2019). "Fertilización Balanceada" Departamento de Investigación y Desarrollo.
- Reca, Lucio G. (2006). "El sector agropecuario argentino: despegue, caída y resurgimiento (1875 Y 2005)" Estudios Económicos 23 (47).
- Rojas, Julieta Mariana; Roldan, Maria Florencia; Guevara, Graciela Susana; (2015). "Influencia de rotaciones en la calidad del suelo en la zona central del Chaco y su relación con la producción de algodón".

- Saskia Houben, Harm Brinks, Jan Salomons, Miguel de Cara, Marian Damsgaard Thorsted, Vincent Michel, Leendert Molendijk, Michaela Schlathoelter (2020). "Rotación de Cultivos: información práctica".
- Studdert, Guillermo Alberto. (2006). "Rotaciones de cultivos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina): una herramienta para el manejo de la dinámica del nitrógeno y del carbono en el suelo".
- Sturzenegger, Adolfo C. (2015). "Renta agrícola y macroeconomía, tecnología, precios externos y política comercial externa. Argentina 2000-2015".
- The World Bank. (2016). "Argentina: análisis ambiental del país. Serie de informes técnicos del Banco Mundial en Argentina, Paraguay y Uruguay".
- Viglizzo, Ernesto Francisco. (1994). "El INTA frente al desafío del desarrollo agropecuario sustentable".