
NO a la **LABRANZA**

Principios del Sistema de Siembra Directa, beneficios, problemáticas recurrentes y estrategias para su abordaje.





Índice

NO a la LABRANZA

Principios del Sistema de Siembra Directa, beneficios, problemáticas recurrentes y estrategias para su abordaje

Principios básicos de los Sistemas de Siembra Directa (SSD)	5
Los Sistemas de Siembra Directa (SSD) y el funcionamiento del suelo	5
Tiempo: un factor clave de los SSD	7
Adopción de la Siembra Directa en Argentina	7
Posibles causas que explican el aumento de las labranzas	8
1. Consecuencia de no manejar la SD como sistema	8
2. Impacto ambiental / Temas ambientales	11
3. Densificación y compactación	11
4. Sistema de alquiler anual	12
5. Mayor riesgo de heladas	13
6. Desuniformidad de emergencia	13
7. Plagas adaptadas (ej. bicho bolita y babosa)	14
8. Costos y disponibilidad de insumos (fitosanitarios y fertilizantes)	14
Bibliografía	15

Objetivos del documento

- 1)** Sintetizar los principios de un Sistema de Siembra Directa.
- 2)** Enumerar las causas relevadas por las que se detecta un avance de las labranzas.
- 3)** Proponer estrategias para abordar problemáticas en un SSD.
- 4)** Ser la base para acciones de comunicación institucional.

» Principios básicos de los Sistemas de Siembra Directa (SSD)

En muchas partes del mundo el uso intensivo de las tierras bajo laboreo, ha provocado procesos de erosión hídrica, erosión eólica y degradación física química y biológica de los suelos que afectó negativamente los niveles de producción y la rentabilidad de la empresa agropecuaria. Las pérdidas económicas por este concepto son de difícil estimación, pero a la consecuente disminución de los rendimientos habría que sumarle el mayor costo de producción en concepto de labranzas, resiembra y creciente necesidad de fertilizantes. Además habría que agregar aquellas de impacto ambiental ocasionadas por la contaminación, sedimentación dentro y fuera de los predios agrícolas, daños en la infraestructura como redes camineras, férreas y de navegación, degradación de pastizales, desertización, que generan pérdidas anuales varias veces millonarias.

Climáticamente el factor que más limita la producción agropecuaria es el déficit hídrico, sin embargo en muchas áreas agrícolas del mundo, la causa de la falta de agua en los cultivos no siempre es la escasez de las precipitaciones, sino más bien el insuficiente almacenaje en el suelo debido a que como consecuencia del manejo tradicional de las tierras, estas infiltran cada vez menos provocando con frecuencia pérdidas que en muchos casos representan más del 50 % del agua de lluvia por escurrimiento. Otra consecuencia no menos importante por este tipo de manejo es la que tuvo lugar sobre la pérdida de la materia orgánica del suelo, impactando significativamente sobre el funcionamiento estructural del suelo en general y en la dinámica del agua en particular.

» Los SSD y el funcionamiento del suelo

El suelo se comporta como un **sistema abierto** en el que se producen intercambios de materia y energía, y que constituye un **medio estructuralmente poroso**. La necesidad de destacar el papel que tiene este sistema poroso radica en su acción directa sobre el balance de agua (entradas y salidas del sistema), sobre las relaciones agua-planta, sobre la entrada y difusión de gases y calor, y sobre el desarrollo, crecimiento y funcionamiento del sistema radical. Indirectamente importa por constituir el espacio físico donde se generan los procesos biológicos, químicos y fisico-químicos del suelo. Además, de todas las propiedades del suelo, la "porosidad" es quizás la más fácil, rápida,

En Argentina, la Siembra Directa se ha difundido con éxito en una gama de ambientes climáticos que van desde los templados-fríos a cálidos y de húmedos a secos; y ambientes edáficos con suelos de texturas muy finas a gruesas, con altos a bajos contenidos de materia orgánica, y con distintos grados de limitaciones para la producción de cultivos. En base a evidencia científica, como también empírica de técnicos y productores de distintas zonas del país, la SD ofrece soluciones, entre las que podríamos mencionar:

EN AGRICULTURA: mejora el aprovechamiento del agua; protege contra la erosión; mejora el balance de la materia orgánica.; disminuye la formación de costras superficiales; aumenta la oportunidad de siembra; permite una mayor superficie sembrable que arable; prolonga el ciclo agrícola; soluciona problemas por falta de piso; reduce la cantidad de maquinaria necesaria para la implantación de cultivos; se logra una mayor estabilidad de rendimientos; conduce a una mayor efectividad y competencia del personal de campo.

EN GANADERÍA : mejora la operatividad y oportunidad de realizar la mayoría de los cultivos forrajeros; aumenta la posibilidad de insertar cultivos agrícolas ; permite el aprovechamiento de suelos considerados marginales; facilita el rejuvenecimiento de praderas degradadas y mejoramiento de campos naturales; aumenta la eficiencia en el uso de la maquinaria; permite un mejor aprovechamiento de los recursos suelo y forraje por una mejor condición de piso.

frecuente y ampliamente alterada por el manejo aplicado al mismo.

Asimismo es necesario resaltar el rol que cumple la **materia orgánica del suelo**, no sólo en la provisión de nutrientes para los cultivos sino, y de manera significativa en los mecanismos de formación y estabilización de la estructura del suelo.

Para analizar el efecto del SSD sobre el ambiente del suelo, las posibles modificaciones e implicancias que estas puedan causar sobre las respuestas de los cultivos, conviene reconocer como punto de partida, los tres aspectos que identifican a este

sistema y que regulan el funcionamiento del suelo:
a) la acumulación de residuos de cosecha en la superficie, b) la no remoción del suelo, y c) la actividad biológica (Fig. 1).



Figura 1. El Sistema de Siembra Directa y el funcionamiento del suelo

Los **residuos vegetales en superficie** proporcionan directamente:

- A.** Protección frente al impacto de las precipitaciones (menor desagregación de partículas).
- B.** Protección frente a la acción del viento (elevación de la capa límite).
- C.** Disminución de la radiación incidente (mayor albedo).
- D.** Aumento de la rugosidad (aumento del tiempo de retención del agua de lluvia).

El resultado de estos efectos se ve reflejado en la preservación de la estructura del suelo, menor encostramiento superficial, mayor infiltración, menor escurrimiento, menor erosión. También se traduce en una menor temperatura, menor gradiente de presión de vapor y menor evaporación.

La **no remoción** implica no alterar el ordenamiento natural de los componentes sólidos (orgánicos y minerales) del suelo y no incorporar los residuos orgánicos subsuperficialmente. Como consecuencia de esto, el sistema poroso tiende a ser más estable y la **materia orgánica** a mostrar una evidente estratificación, con mayor acumulación en los primeros centímetros superficiales. Los residuos en superficie junto con la no remoción conducen a una menor oxidación de la materia orgánica (mayor

albedo, menor temperatura y menor tasa de difusión del oxígeno) y por lo tanto una reducción de la tasa de descomposición. Si bien estos fenómenos se producen principalmente en un delgado espesor de la superficie, el efecto sobre el balance y dinámica del agua, calor y gases tiene una incidencia decisiva para los cultivos, por tratarse justamente de la interfaces suelo-atmósfera que gobierna las entradas y salidas de estos componentes del sistema. Otra consecuencia de la no remoción del suelo es la conservación de la porosidad en general y de la bioporosidad en particular. Generalmente los bioporos como los canales de lombrices y raíces son más continuos, menos tortuosos y más estables que los macroporos creados por las labranzas, y por lo tanto resultan más efectivos para el movimiento de agua, aire y crecimiento de nuevas raíces.

La actividad biológica de los suelos es el tercer pilar clave de un SSD. La intensificación y diversificación estratégica de las rotaciones, ajustada a la oferta hídrica del ambiente, es necesaria para maximizar fotosíntesis a nivel del sistema, la cual será la vía de ingreso de la energía necesaria para desencadenar los procesos biológicos en el suelo clave para la formación de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes.

» Tiempo: un factor clave de los SSD

Los pilares claves de un SSD desencadenan procesos en el sistema y para poder observar sus resultados necesitamos dar **tiempo**. Un sistema de siembra directa transita diferentes fases desde su implementación (Moraes Sá, 2003). Desde la implementación y hasta los 5 años se transita una **etapa inicial**, caracterizada por una baja acumulación de residuos en superficie, comienza la recuperación de la actividad biológica y la estructura del suelo y es necesario mayor aporte de nitrógeno al sistema. Entre los 6 y 10 años, se da una **etapa de transición**, caracterizada por aumento de residuos en superficie y de M.O., continúa el aumento de la actividad microbiana e incrementa la agregación del suelo, comienza a acumularse P, y aún la inmovilización de N supera a la mineralización del mismo. La **etapa de consolidación** ocurre entre los 11 y los 20 años desde la adopción del SSD. En la misma continúa la acumulación de C en la matriz

del suelo y de residuos en superficie, comienza a verse incrementada la disponibilidad de agua en el suelo para los cultivos, incrementa el ciclado de nutrientes, y en particular el proceso de mineralización de N supera al de inmovilización, reduciendo los requerimientos de fertilizante respecto a etapas anteriores. Al superar los 20 años desde su adopción, el SSD llega a una **etapa de mantenimiento**, en donde la condición del suelo ofrece un ambiente de alta disponibilidad de N y P a través del ciclado de nutrientes, con un flujo continuo de C y N al sistema, con una gran cantidad de residuos en superficie que promueven una condición para la captura, ingreso y conservación de agua en el perfil del suelo (Fig. 2).

El entendimiento de los procesos que promueve la adopción de un SSD es clave para sostener el sistema en el tiempo y capitalizar sus beneficios.

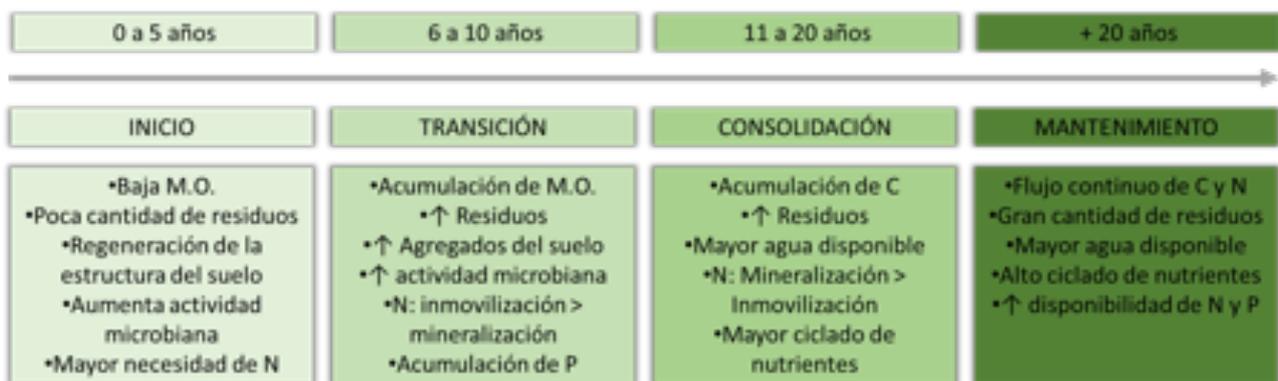


Figura 2. Etapas de un Sistema en Siembra Directa. Adaptado de Moraes Sá, 2003.

» Adopción de la Siembra Directa en Argentina

Los relevamientos sobre siembra directa han contemplado únicamente el cumplimiento del supuesto de no remoción, sin considerar el cumplimiento de otras prácticas necesarias para un SSD.

Un Sistema de Siembra Directa incluye, además de la no remoción y la cobertura permanente de la superficie del suelo, las siguientes prácticas:

- Diversificación e intensificación de rotaciones: siendo estratégicos en la alternancia de especies y actividades en tiempo y espacio, así como en la maximización del tiempo de ocupación del suelo con cultivos en crecimiento.

- Nutrición balanceada: basada en el diagnóstico, la correcta definición de fuente, momento, dosis y lugar de aplicación de cada nutriente, así como en estrategias de reposición.

- Manejo Integrado de Plagas: basada en la integración de herramientas que permitan evitar que las poblaciones de insectos, malezas y enfermedades alcancen niveles que afecten el rendimiento de los cultivos.

Estas herramientas incluyen las químicas (con el buen uso de estas en lo que respecta rotación de principios activos y modos de acción, aplicaciones

en tiempo y forma, respeto de las dosis recomendadas, entre otras), así como culturales y agronómicas (rotación de cultivos, uso de cultivos de servicios, elección de genotipos, fechas de siembra, densidad y arreglo espacial, monitoreo, entre otras).

Dentro de este encuadre, desde fines de la década de 1980, la adopción de la SD creció exponencialmente hasta llegar a un 94% en el año 2010 (Fig. 3). Sin embargo, estos niveles de adopción han ido disminuyendo paulatinamente llegando a un 89% en la campaña 20/21, y con una expectativa de que continúe bajando en el corto plazo según técnicos y

productores de Aapresid en base a lo observado en diferentes regiones del país.

Desde Aapresid se ha realizado un relevamiento a través de los grupos Regionales para entender las causas o motivos por los cuales los productores deciden volver a la utilización de labranzas. Estos motivos pueden clasificarse entre aquellos que son propios de la implementación de un SSD, para los cuáles hay que buscar soluciones dentro del SSD, y aquellos emergentes de una incorrecta implementación del SSD. A continuación se busca describir para cada uno de estos motivos una serie de propuestas orientadas a superarlos, siempre en el marco de un SSD.

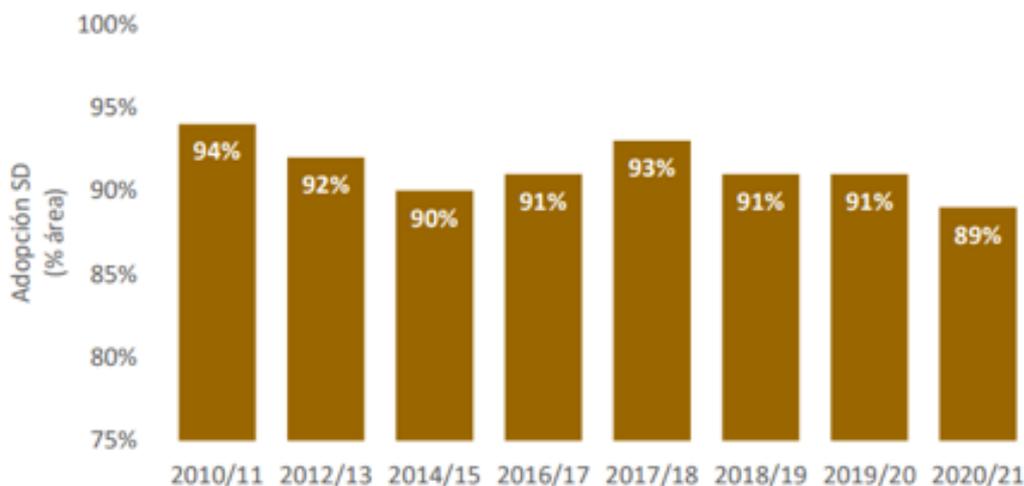


Figura 3. Superficie bajo siembra directa en Argentina para diferentes campañas. Fuente: ReTAA, 2022.

» Posibles causas que explican el aumento de las labranzas

Los motivos descritos a continuación surgen de un relevamiento realizado por los grupos Regionales de Aapresid en 2022. Para un mejor entendimiento y abordaje se clasificó a los mismos según se los considera: 1) una consecuencia de no manejar la SD como un sistema, o 2) una problemática emergente del propio SSD.

1) Consecuencia de no manejar la SD como sistema

1. a. Malezas de difícil control.

El agroecosistema es una variante de un ecosistema natural y por ello se encuentra en continua evolución. Si bien puede ser más productivo, es a la vez más vulnerable y se mantiene en producción gracias al aporte de energía externa. Las malezas, ya sean nativas o introducidas, al estar vinculadas a los cultivos, pueden verse favorecidas o perjudicadas por diferentes prácticas de manejo. Un ejemplo de

ello se puede encontrar al analizar los cambios que se sucedieron en la comunidad de malezas asociadas al cultivo de la soja (De La Vega, 2018).

En Argentina, el cambio de la agricultura convencional hacia la siembra directa, y la rápida adopción de cultivares de soja tolerantes a glifosato (en algunos casos, haciendo un uso excesivo de este producto) dieron lugar a una importante presión de selección sobre las comunidades de malezas. Esto generó cambios en la abundancia relativa de ciertas poblaciones, resultando en algunos casos en la selección de especies resistentes (Papa, 2008; Puricelli y Facini, 2009).

En las poblaciones de malezas se encuentran biotipos que por su natural composición genética pueden ser resistentes a un herbicida aún antes de que el mismo sea introducido en el mercado. Es decir, se trata de un fenómeno natural. Esta propiedad de ciertos biotipos de soportar dosis que normalmente para otros son letales, les confiere una ventaja.

Herramientas disponibles para definir estrategias de manejo para malezas problemáticas

Según el manejo integrado de malezas (Bárberi, FAO 2004) y respetando los principios de la no remoción del suelo propuesto por el sistema de siembra directa, podemos definir 2 métodos de control según el momento en el cual se aplican: preventivo y curativo.

PREVENTIVOS

La **rotación de cultivos** es una de las prácticas más importantes en un programa de manejo integrado de malezas ya que permite diversificar los modos de acción de los herbicidas empleados y el mejor aprovechamiento de los recursos (agua, luz y nutrientes), favoreciendo así el efecto de la competencia del cultivo sobre la maleza, a la inversa de lo que sucede en el monocultivo (Papa, 2018).

La modificación de la **fecha de siembra**, de la **densidad del cultivo** y el **estrechamiento entre surcos** pueden reducir la emergencia de las malezas y/o incrementar la capacidad competitiva del cultivo (Mohler, 1996). Si bien este efecto es dependiente en alto grado de las especies cultivadas y del ambiente, es una de las herramientas más efectivas para obtener canopeos eficientes en la captura de radiación solar. Esto no sólo favorece la generación de rendimiento, sino que impide que dicha radiación sea capturada por la maleza, o que el suelo se caliente favoreciendo su germinación.

El uso de la **fertilización** nitrogenada de presiembrada puede aumentar la capacidad competitiva del cultivo frente a las malezas, en especial en aquellos cultivos cuyas tasas de crecimiento son elevadas en etapas iniciales. Sin embargo, este efecto es modulado por el tipo de malezas que prevalecen en el campo, ya que la técnica puede dar lugar a una ventaja competitiva para malezas de emergencia temprana, en especial gramíneas (Paolini et al., 1999).

La inclusión de **cultivos de servicios (CS)** en las rotaciones son una alternativa viable para una agricultura integral y sustentable, ya que entre otros servicios ecosistémicos, aportan al control de malezas. En Argentina, en la última década, la adopción de esta práctica agronómica se ha incrementado, siendo utilizada actualmente por el 19% de los productores. De hecho, los productores adoptan mayormente los CS con el objetivo de retardar y agrupar la emergencia de malezas, y reducir su crecimiento y abundancia (Madias, 2020; Proctor, 2021). Los efectos de los CS dependen en gran parte de las especies utilizadas y de su manejo. La supresión de las malezas se efectúa en parte por la competencia por los recursos durante el ciclo de crecimiento del CS y en parte por los efectos fisi-

cos y químicos que ocurren cuando los residuos de los CS se dejan sobre la superficie del suelo como cobertura muerta (Bárberi et al., 2011). **Los cultivos intercalados** es otro método cultural adecuado para aumentar la capacidad competitiva de los cultivos. Tal como los cultivos de servicios, los cultivos intercalados aumentan la diversidad ecológica en un campo. Más aún, incrementan el uso de los recursos naturales por el dosel foliar y, comparados con los cultivos puros, a menudo compiten mejor con las malezas por la luz, el agua y los nutrientes, llegando en algunos casos incluso a mejorar el margen bruto (Abbate et al., 2022).

CURATIVOS

Durante los últimos 40 años, el **control químico** con herbicidas ha sido una de las prácticas más utilizadas a la hora del manejo de malezas, contribuyendo significativamente a la alta productividad de la agricultura mundial (Powles et al., 2010). Sin embargo, esta práctica tiene su complejidad.

Como primer punto a tener en cuenta, **la rotación de herbicidas de diferente modo de acción o la mezcla de ellos** son estrategias imprescindibles en el manejo de la resistencia. Un preciso conocimiento de las malezas presentes en el lote y su estado fenológico, a través del **monitoreo**, es relevante para seleccionar producto/s y dosis. En el marbete de cada herbicida se recomienda la dosis a emplear según el tipo de maleza y estadio fenológico en el cual se encuentre, por ende, la sobre o sub-dosificación de producto son factores desencadenantes de la aparición de resistencia (CASA-FE, 2020).

Las condiciones ambientales, la calidad del agua utilizada en el caldo de aplicación, la capacitación del operario y el estado de la máquina aplicadora, resultan ser factores fundamentales para alcanzar a la maleza objetivo con el herbicida utilizado y el correcto desempeño del mismo (REM, 2018).

Impacto del sistema de labranzas sobre la comunidad de malezas

Los cambios en las poblaciones de malezas en sistemas de labranza son contrastantes. En los sistemas de producción convencionales, la labranza controla malezas, destruyendo los individuos así como sus órganos subterráneos. Pero también genera condiciones óptimas para la germinación de las semillas y las eleva desde el banco de semillas a la superficie del suelo. En SD, no hay labranza que genere este efecto destructivo, pero tampoco se generan condiciones que favorezcan su germinación. En este caso, las semillas permanecen en la superficie del suelo, donde son más susceptibles de ser depredadas. Por tanto, la SD aumenta la depredación de semillas de las malezas y reduce su

producción. En el largo plazo, esto conduce al agotamiento de los bancos de semillas de malezas.

Por otro lado, la presencia de rastrojo o cobertura del suelo disminuye y retrasa la germinación de semillas de malezas, dando a los cultivos una ventaja competitiva temprana. Algunos residuos pueden ser alelopáticos, inhibiendo la germinación de semillas de muchas malezas. Este efecto supresor del rastrojo dependerá de la cantidad de biomasa de cobertura y, por lo tanto, de la productividad alcanzada en el sistema.

La respuesta de las malezas a la labranza permite clasificarlas en: especies que aumentan o disminuyen su densidad con el laboreo, especies que se favorecen con laboreo, especies que muestran una respuesta inconsistente y especies que no muestran respuesta.

En un análisis bibliográfico realizado por Puricelli y Tuesca se evidenció que la SD continua conduce en la mayoría de los casos revisados a reducciones en la abundancia de muchas malezas latifoliadas anuales en el largo plazo. La excepción son las especies cuyos propágulos son transportados por el viento. Las poblaciones de gramíneas anuales, en cambio, son más abundantes en SD con respecto al sistema de laboreo convencional. Las malezas perennes como grupo no están asociadas a ningún sistema de labranza.

Resultados similares se hallaron en estudios de campo a largo plazo evaluaron los efectos de los sistemas de labranza sobre la densidad de malezas y la composición de especies, en rotaciones con trigo, soja y maíz. En trigo, las latifoliadas anuales mostraron poblaciones más altas en labranza convencional en 4 de 6 años, y las gramíneas anuales y perennes mostraron una respuesta errática con los sistemas de labranza. En cultivos de verano, las poblaciones de latifoliadas fueron mayores bajo labranza convencional que SD durante los últimos 5 años en la rotación trigo/soja y durante los últimos 4 años en la rotación maíz/soja. Con el tiempo, en ausencia de labranza, las poblaciones de gramíneas anuales aumentaron en la rotación de maíz/soja, y las poblaciones de malezas dispersadas por el viento aumentaron en la rotación de trigo/soja. Las malezas perennes mostraron un comportamiento inconsistente con relación a los sistemas de labranza en la rotación maíz/soja. (Tuesca, et al.)

La mayor dependencia de los herbicidas en SD favorece a ciertas malezas e incluso genera problemas con las malezas resistentes si el manejo de los herbicidas no es adecuado. Idealmente, el manejo integrado de malezas promueve una comunidad diversa de malezas para evitar que una especie se vuelva problemática.

Cada sistema de labranza genera diferentes condiciones de luz, temperatura y humedad que impactan sobre la emergencia y establecimiento de las especies de malezas, modificando la composición y diversidad de la comunidad presente, ya que cada sistema genera condiciones favorables para el desarrollo de ciertas especies en detrimento de otras.

Así, optar entre SD o labranza convencional sólo modificará la flora de malezas predominantes.

La combinación entre la mayor intensificación y diversificación de rotaciones, así como la implementación de prácticas asociadas a la biología de las malezas (todos estos, principios de un verdadero SSD), es la clave para un manejo efectivo de malezas conservando el principal recurso natural que es el suelo. Esto implica: conocer la dinámica de los procesos relacionados con las malezas, las características de eficacia y eficiencia de las prácticas agronómicas y la factibilidad de aplicación en una determinada región.

2) Impacto ambiental / Temas ambientales

El avance de la labranza en zonas periurbanas

En áreas periurbanas, el avance de la labranza convencional aumenta anualmente debido a restricciones impuestas por ordenanzas comunales y municipales que limitan o prohíben la aplicación de productos fitosanitarios. Mediante algunas entrevistas testimoniales pudimos identificar que la utilización de implementos de remoción o labranza surge como alternativa para el control de malezas en estas áreas sensibles. A pesar de que estos espacios condensan problemáticas que generan profundas tensiones, también ofrecen la oportunidad de avanzar hacia un rediseño territorial, favoreciendo la convivencia entre áreas productivas, de preservación y de vivienda.

Las experiencias relevadas sugieren una falta de herramientas y estrategias de trabajo específicamente adaptadas a estos sistemas de producción. Esto se traduce, entre otras cuestiones, en escasas alternativas para el control de malezas, y en el aumento de la superficie labrada en áreas lindantes a pueblos o ciudades. Esto se ve incluso entre productores que mantienen el manejo bajo SD en el resto de su establecimiento (debe tenerse en cuenta son muchos los casos de sistemas productivos que realizan horticultura en complemento de la actividad extensiva o viceversa). En estos ambientes, las caídas de rendimiento y materia orgánica de los suelos son alarmantes, lo que deja en evidencia los efectos negativos de esta práctica.

Esta situación se agudiza, especialmente para los productores de escasos recursos y propietarios o inquilinos de establecimientos de pequeña escala, ya que los bajos rendimientos (en algunos casos de subsistencia) los obliga a disminuir el riesgo económico que conlleva invertir en las zonas mencionadas, siendo allí donde la labranza aparece como la opción más viable.

En este escenario, generar información sobre estrategias de manejo que permitan producir biomasa aérea y radical durante la mayor parte del año se vuelve la demanda de mayor relevancia, así como la experimentación con productos biológicos e inoctrinos que permitan el manejo de cultivos en el periurbano.

Como acciones para modificar este tipo de manejo surgen temas claves a abordar, entre estos la incorporación de cultivos de servicios a la rotación agrícola y fundamentalmente la implementación del secado mecánico y criterios agronómicos para una supresión efectiva. El manejo del agua disponible en el perfil surge como una variable relevante para el sistema, pero totalmente relegada en áreas donde no se puede realizar un control químico de malezas.

Otra práctica relevante para este tipo de sistemas productivos es la implementación de bordes de biodiversidad fomentando el fortalecimiento de la diversidad y la actividad biológica del suelo. Las estrategias de diversificación agroecológica tienden a incrementar la biodiversidad funcional, en donde se expresan las sinergias entre organismos, que juegan papeles ecológicos claves en los agroecosistemas, logrando mayores niveles de estabilidad y resiliencia.

Es necesario el desarrollo de conocimiento y la adaptación de tecnologías para una exitosa implementación de SSD en áreas donde existe una restricción al uso de fitosanitarios. Al ser un tema de interés de la sociedad en su conjunto, sería clave la inversión pública para el desarrollo de conocimiento, a través de proyectos de trabajo que incluyan a todos los actores de la sociedad involucrados (productores, propietarios, contratistas, ciudadanos por fuera del sector agropecuario, universidades e institutos de investigación, gobiernos).

3) Densificación y compactación

Para que un suelo tenga óptimas condiciones para el desarrollo de las plantas, debería presentar una estructura estable capaz de permitirle al vegetal la expresión de su potencial de crecimiento, sobre todo del sistema de raíces, sin impedimentos para la exploración del mayor volumen de suelo posible

de manera de disponer de agua y nutrientes en tiempo y forma.

Ello implica: a) condiciones de superficie con buena estabilidad de agregados para una correcta entrada y circulación de agua y aire, y transferencia de calor en el suelo.; b) buena capacidad de almacenamiento de agua y libre movimiento de la solución del suelo (compuesta de agua y nutrientes) a la raíz. y c) ausencia de limitaciones o impedancias físicas ya sean genéticas (naturales) o inducidas (densificación o compactación), que limiten el desarrollo de raíces, aireación y entrada de agua.

En un suelo agrícola, cerca de un 40-45 % de su volumen está ocupado por componentes minerales (arena, limo y arcilla) que determinan su textura, entre 1 y 5% por la materia orgánica y el restante 45-50% por un espacio poroso. La textura define varias funciones del suelo como la capacidad de retener agua y nutrientes. La materia orgánica además de ser fuente de nutrientes, es uno de los principales componentes para la construcción de una estructura funcional y estable. El espacio entre las partículas minerales y orgánicas constituye el volumen poroso. Dentro de este último, hay a su vez distintos tamaños de poros: algunos más pequeños (microporos) que son gobernados por la textura y responsables de procesos como el almacenamiento de agua; y otros de mayor tamaño (macroporos) que son gobernados por el arreglo estructural y responsables de la infiltración de agua en el suelo, la difusión de aire y calor. Asimismo, constituye el espacio para el desarrollo de raíces y de la actividad biológica del suelo en general.

De todas las propiedades del suelo, la macro-porosidad es tal vez la más fácil, frecuente y ampliamente alterada por las operaciones de labranza, tránsito de la maquinaria o manejo sin laboreo, positiva o negativamente.

La densificación de un suelo (hasta el nivel de compactación), implica una disminución de su espacio poroso. Pero es muy importante destacar que ello ocurre principalmente a expensas de una disminución de los poros de mayor tamaño, que son justamente los que regulan la entrada de agua al suelo, el crecimiento de raíces, la aireación y el desarrollo de la actividad biológica y procesos relacionados. Del mismo modo, es muy importante recordar que la densificación / compactación no es causa, sino consecuencia de un manejo inadecuado que impacta directamente sobre la funcionalidad de la estructura del suelo: la disminución de la materia orgánica, la insuficiente cobertura de la superficie del suelo, la escasa actividad biológica en el espacio rizosférico, el tránsito no controlado de maquinaria o animales, la falta de rotaciones estratégicas y la nutrición insuficiente entre otros, son factores que contribuyen a la densificación y compactación de

los suelos. Por lo tanto, si se quieren evitar problemas de compactación o densificación, debe tenerse muy en cuenta el efecto que genera cada práctica y decisión agronómica.

A continuación, algunas de las acciones y practicas para reducir riesgos de compactación o densificación:

- Aumentar la producción de biomasa, el aporte de carbono al suelo y sostener la actividad biológica.
- Mantener una vegetación viva la mayor parte del tiempo posible para fomentar los procesos provenientes de la actividad biológica interrumpiéndolos lo menos posible.
- Incluir cultivos de servicios en reemplazo de los barbechos limpios. Esta es una práctica que demostró ser eficaz en el aprovechamiento de los patrones de enraizamiento como herramienta para mejorar del estado físico del suelo, en el aporte de carbono y en la eficiencia de uso del agua y nutrientes.
- Realizar la siembra aérea de los cultivos de servicios a fin de reducir el efecto de tránsito de equipos pesados de siembra y control fitosanitario.
- Optimizar el arreglo espacial y la densidad de plantación. Esta puede ser una estrategia conveniente para modificar el patrón de enraizamiento y aumentar el efecto beneficioso del mismo sobre la estructura del suelo.
- Aplicar una fertilización basada en la reposición, el reciclado de nutrientes y la fijación biológica con cultivos de servicios leguminosos con el fin de mejorar el desarrollo aéreo y raíces de los cultivos.
- Implementar prácticas de manejo orientadas a conservar los rastros en superficie. La cobertura abundante de rastros aumenta la capacidad de porte del suelo, amortiguando el efecto del tránsito de la maquinaria.
- Planificar rotaciones que incluyan cultivos de biomasa voluminosa aérea y de raíces profundas como sorgo, maíz, megatérmicas y gramíneas invernales.
- Controlar el tránsito en el sentido amplio: a) evitar entradas innecesarias al lote (tolvas, camiones, camionetas). b) procurar establecer / unificar las vías de tránsito. c) ajustar las dimensiones de labor de los equipos (cosecha, siembra, pulverización, fertilización). d) evitar transitar con suelos muy húmedos. e) seleccionar el diseño, presión de neumáticos y rodamientos de bajo impacto (orugas).
- Incorporar pasturas en la rotación para aumentar el tiempo de los procesos biológicos a nivel rizosférico sin interrupción, mejorando la condición física química y biológica del suelo.
- Evitar el sobrepastoreo y el pisoteo excesivo, sobre todo en periodos de alta humedad del suelo.

Finalmente, es necesario monitorear el estado de salud del suelo y no tomar decisiones apresuradas sin antes disponer de un buen diagnóstico (nadie se somete a una cirugía sin un buen diagnóstico previo) y proyección de corto y mediano plazo.

4. Sistema de alquiler anual.

En Argentina más del 60% de la superficie de producción agrícola está bajo un régimen de arrendamiento anual (Bolsa de Cereales, 2022). Esta situación donde el productor no tiene certeza de que podrá seguir cultivando el mismo lote la próxima campaña limita el cumplimiento de algunos de los pilares básicos de un SSD, ya que no permite la planificación de una secuencia de cultivos y/o un esquema de fertilización a lo largo del tiempo.

La falta de planificación debida a la incertidumbre que el sistema de alquiler anual genera, lleva en muchos casos a la ausencia de cultivos invernales, ya sean de servicios o de renta, y a no poder realizar las aplicaciones en tiempo y forma para un adecuado manejo de las malezas. La concreción tardía (en el año) de contratos de alquiler lleva en muchos casos al productor a encontrarse con lotes con una alta infestación de malezas en estados avanzados de desarrollo, lo cual limita los alcances de estrategias químicas de control. Así, el productor opta por realizar labranzas como método de control de las malezas para poder instalar posteriormente su cultivo de renta estival. Por otro lado, un sistema de alquiler anual limita la posibilidad de llevar adelante esquemas de reposición de nutrientes en nuestros suelos. En la actualidad se está reponiendo solo el 38% de los nutrientes exportados a nivel país (Casas y Cruzate, 2020) y esta extracción se evidencia en la constante disminución del contenido de nutrientes de los suelos (Sainz Rosas et al., 2019).

La efectivización de contratos de alquiler a largo plazo es un elemento que alentaría la implementación del SSD. En este sentido, la concientización de los dueños de la tierra sobre la importancia del cuidado del suelo es clave para generar un cambio en el actual sistema de alquileres. Sin embargo, siendo que el cuidado del suelo es clave para toda la sociedad podría ser interesante que se lleven adelante estrategias desde el Estado para alentar los SSD. Algunas iniciativas posibles podrían ser:

1) Programa de reducción fiscal (ej. impuesto inmobiliario) a los dueños de los campos que presenten contratos de alquiler de más de 5 años con sus arrendatarios con un plan estratégico de buenas prácticas bajo SSD.

2) Planes de uso del suelo: Uruguay es un ejemplo de la implementación de esta medida (Plan de uso del MGAP de Uruguay) donde un plan de rotaciones a mediano plazo debe ser presentado por Ing. Agr. responsable, y tanto el productor como el propietario son responsables de su cumplimiento.

Desafíos propios del SSD

5. Mayor riesgo de heladas

La SD se ha consolidado como una nueva tecnología de procesos, permitiendo una agricultura continua sin degradación físico-química de suelo, a base de cobertura de rastrojos y rotación de cultivos.

En los SSD, especialmente en ambientes de alta productividad y/o con bajas temperaturas medias (inferiores a la latitud $\sim 37^\circ$), pueden generarse situaciones de acumulación de altos volúmenes de rastrojos. Estos residuos generan un efecto de reducción de la temperatura del suelo, lo que puede incrementar el riesgo de impacto de heladas.

La reducción del riesgo frente a heladas dentro de un SSD se debe abordar integralmente con prácticas agronómicas como:

- Rotaciones de cultivos donde la relación C/N de los rastrojos lograda sea baja para favorecer su degradación e incorporación a la MO del suelo.
- Retraso de la fecha de siembra en cultivos problemáticos, ajustando el ciclo para una adecuada ubicación de los períodos críticos en una ventana ambiental adecuada.
- Genotipos de comportamiento destacado frente a frío.
- Adecuada nutrición de los cultivos para tolerar mejor el efecto de las heladas.
- Aprovechamiento forrajero parcial de rastrojos o cultivos de servicios para reducir excesos de cobertura.

Por otro lado, es necesario desarrollar conocimiento sobre otras prácticas que pueden contribuir a manejar los excesos de cobertura:

- Picado de los residuos al momento de la cosecha (ej. cabezales maiceros para picado).
- Uso de enmiendas orgánicas o productos biológicos que incrementen la tasa de degradación de rastrojos.
- Alternativas de transformación del rastrojo en energía o bio-productos.
- Genotipos cuyos componentes estructurales sean de más fácil degradación.

6. Desuniformidad de emergencia.

La desuniformidad de emergencia temporal y espacial tiene un impacto negativo en el rendimiento de los cultivos (Masino et al., 2018). En SSD, la acumulación de altos volúmenes de rastrojos a nivel general de los lotes o de forma sectorizada (a causa de problemas en su distribución) puede generar dificultad en el corte del rastrojo por las cuchillas de la sembradora, generando fallas en el contacto de la semilla con el suelo. Otra situación que se identifica como generadora de desuniformidad de

emergencia, son las densificaciones ocasionadas por el tránsito de maquinaria.

Diferentes estrategias pueden integrarse dentro de un SSD para prevenir o solucionar estos problemas:

- Rotaciones de cultivos donde la relación C/N de los rastrojos lograda sea baja para favorecer su degradación e incorporación a la MO del suelo.
- Uso y regulación de desparramadores de residuos de cosecha.
- Utilización de barrerastrojos.
- Tecnologías de sembradoras que mantengan la presión constante en los cuerpos de siembra.
- Reducción de la velocidad de siembra.
- Ajuste en la profundidad de siembra.
- Ajustes en los cuerpos de siembra a fin de exponer tempranamente la línea de siembra y asegurar un adecuado contacto semilla-suelo e incrementar la temperatura del suelo. Actualmente hay en nuestro país fabricantes de sembradoras que están desarrollando tecnologías en esta línea.
- Control de plagas de suelo.
- Utilización de cultivos de servicios, con buena producción de biomasa y rolados. Estos contribuyen a generar un ambiente de siembra más parejo que permite una mejor regulación de la profundidad de siembra y presión de los cuerpos.



Figura 5. Heladas en girasol sin (izq) y con (der) fertilización en la zona de Bandera, Santiago del Estero. Foto: Emilse Viglicca. Campaña 2022/23.

7. Plagas adaptadas (ej. bicho bolita y babosa)

Los SSD generan un ambiente con menos disturbios, alta cobertura de rastrojo, humedad y alimento para plagas que se ven favorecidas. Como ejemplo de ello podemos tomar a los bichos bolita y las babosas, los cuales generan roído de cotiledones y tallos de las plántulas al momento de la implantación, de hábito nocturno y con poco desplazamiento por lo que los ataques son en sectores localizados.

La literatura científica (Argón, 2002; Cibils et al, 2017; Carmona, 2001; Carmona y Tulli, 2006) y tes-

timonios de productores referentes (Bilbao, 2016) indican que la utilización de labranzas no representan una solución para revertir el problema. En cambio, se destacan prácticas para generar un manejo integrado de la plaga exitoso:

- Rotaciones de cultivos donde la relación C/N de los rastrojos lograda sea baja para favorecer su degradación e incorporación a la MO del suelo.
- Lograr una correcta distribución de residuos de cosecha.
- Monitoreo temprano activo, principalmente en primaveras lluviosas y ambientes fríos.
- Control con cebos específicos cuando se requiera. Actualmente se disponen de cebos comerciales de bajo impacto ambiental.
- Promoción y preservación de organismos benéficos que actúan como predadores de estas plagas.

8. Costos y disponibilidad de insumos (fitosanitarios y fertilizantes)

Situaciones de índole coyuntural repercuten en los costos y disponibilidad de insumos necesarios para la producción de granos en nuestro país. Dentro de las principales podemos mencionar, la escasez de gasoil y la disponibilidad de fitosanitarios y fertilizantes. La relación insumo-producto empeoró en el último año, observándose fuertes incrementos en dólares en el precio del superfosfato triple, fosfato monoamónico, fosfato diamónico, glifosato

y urea, con incrementos interanuales del 88%, 87%, 84%, 76% y 50%, respectivamente” (BCC, 2022).

Algunos productores recurren a la labranza como mecanismo para reducir los costos derivados del uso de herbicidas, buscando el control de las malezas a través de éstas. Por otro lado, con la labranza se genera una temperatura de suelo y liberación de nutrientes, que a corto plazo pueden incrementar la fertilidad actual de los suelos, reduciendo los requerimientos de fertilizantes. No obstante la utilización de labranzas conlleva un mayor consumo de combustible en el sistema.

Es relevante una acabada comprensión de los principios fundamentales de los SSD, para poder poner en valor los beneficios de este sistema para el productor y para el ambiente. La utilización de labranzas como posible solución a problemas de competitividad coyunturales puede generar una situación perjudicial de compromiso con la competitividad del productor en el mediano-largo plazo.

Por otro lado, los SSD deben ser diseñados para lograr reducir en el tiempo la necesidad de insumos externos y aumentar su resiliencia. A modo de ejemplo, la inclusión de cultivos de servicios de leguminosas, permite simultáneamente la reducción del uso de herbicidas así como las necesidades de incorporación de nitrógeno proveniente de fertilizantes.

» Bibliografía

- Abbate, P., Lázaro, L., Ross, F., Prado, A., Cambareri, M., Sca-ramuzza, F., Lulhe, I.,** 2022. Cultivos Intercalados (intersiem- bra de gruesa en fina). XXX Congreso Aapresid.
- Agroverdad,** 2021. Bichos Bolita, Babosas y Caracoles: cebos agrícolas, única herramienta eficaz para disminuir poblaciones. Disponible en: <https://agroverdad.com.ar/2021/10/bichos-bolita-babosas-y-caracoles-cebos-agricolas-unica-herramienta-eficaz-para-disminuir-poblaciones>
- Argon, J.,** 2002. Publicaciones INTA. Guía de reconocimien- to y manejo de plagas tempranas relacionadas a la siembra directa. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia_plagastempranassd_mj_2002.pdf
- Bárberi, P. y Mazzoncini, M.,** 2011. Changes in weed communi- ty composition as influenced by cover crop and management system in continuous corn. *Weed Sci.* 49: 491-499.
- Bilbao, E.,** Control y monitoreo de babosas y bichos bolita. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/control-y-mo- nitoreo-de-babosas-y-bichos-bolita/>
- Carmona, M.,** 2001. Plagas Emergentes en siembra directa. Disponible en: https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/22-plagas_emergentes_siembra_directa.pdf
- Carmona y Tulli,** 2006. Babosas en siembra directa: alterna- tivas de control. Disponible en: <https://www.todoagro.com.ar/babosas-en-siembra-directa-alternativas-de-control/>
- CASAFE,** 2020. Manual de uso responsable de productos fi- tosanitarios.
- Casas, R.R., Cruzate, G.A.,** 2021. ¿Agricultura con repo- sición de nutrientes o minería de suelos?. *Revista de In- vestigaciones Científicas de la Universidad de Morón*, 8: 35-49. Disponible en: <https://repositorio.unimoron.edu.ar/bitstream/10.34073/269/1/02%20RICUM-8-Casas.pdf>.
- Cibils, X., Waller A., Zerbino S.,** 2017. *Revista INIA* n° 48. Dispo- nible en: [http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6585/1/ revista-INIA-48-marzo-2017.p.38-40-Cibils-et-al.pdf](http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6585/1/revista-INIA-48-marzo-2017.p.38-40-Cibils-et-al.pdf)
- FAO,** 2004. Manejo de malezas para países en desarrollo. Es- tudio FAO producción y protección vegetal, 120, Cap. 3.
- Glauber, Joseph W.; Laborde Debucquet, David.** 2022. How Russia's invasion of Ukraine is affecting global agricultural markets. Washington, DC: American Enterprise Institute (AEI). <https://www.aei.org/research-products/report/how-russias-in- vasion-of-ukraine-is-affecting-global-agricultural-markets>
- De La Vega, M.,** 2018. Resistencia de malezas a herbicidas. *Agronomía Forestal UC. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile*, 13: 29–34.
- Madias, A.,** 2020. Cultivos de servicios: Actualidad, utiliza- ción y perspectivas. Disponible en: <https://www.aapresid.org.ar/blog/relevamiento-2020-de-cultivos-de-servicios-actuali- dad-y-perspectivas/>
- Masino, A., Rugeroni, P., Borrás, L., Rotundo, J.L.,** 2018. Spa- tial and temporal plant-to-plant variability effects on soybean yield. *European Journal of Agronomy*, 98: 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2018.02.006>.
- Mohler, C. L.,** 1996. Ecological bases for the cultural control of annual weeds. *Journal of Production Agriculture*, 9: 468-474.
- Paolini, R., Principi, M., Froud-Williams, R. J., Del Puglia S. y Biancardi, E.,** 1999. Competition between sugarbeet and *Sinapis arvensis* and *Chenopodium album*, as affected by timing of nitrogen fertilization. *Weed Res.* 39: 425-440.
- Papa, J. C.,** 2008. Malezas tolerantes y resistentes a herbici- das. *Publicación Miscelánea Noviembre*, 112.
- Papa, J. C.,** 2018. Introducción al Manejo Integrado de Male- zas. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/introduccion-al-manejo-in- tegrado-de-malezas>.
- Powles, S.B.; Yu, Q.,** 2010. Evolution in action: plants resistant to herbicides. *Annu. Rev. Plant Biol* 61: 317-347.
- Proctor, C.,** 2021. Using cover crops as an IPM tool for mana- ging hard-to-control weeds. *Crops & Soils* 54: 34-41.
- Puricelli, E.; Faccini, D.,** 2009. Efecto de la dosis de glifosato sobre la biomasa de malezas de barbecho al estado vegetati- vo y reproductivo. *Planta Daninha*, 27: 303-307.
- Sainz Rosas, H., Eyherabide, M., Larrea, G., Martínez Cuesta, N., Angelini, H., Reussi Calvo, N., Wyngaard, N.,** 2019. Rele- vamiento y determinación de propiedades químicas en sue- los de aptitud agrícola de la región pampeana. *Simpósio de Fertilidad 2019, Fertilizar. Mayo 2019, Rosario.* Disponible en: <https://fertilizar.org.ar/wp-content/uploads/2021/02/SAINZ-RO- ZAS-Fertilidad-2019-acta.pdf>.
- REM,** 2018. Calidad de aplicación de herbicidas. *Aapresid*, 5342, 8.
- Scianca, C. M.,** 2010. Cultivos de cobertura en molisoles de la región pampeana. Producción de materia seca, eficiencia en el uso del agua y del nitrógeno e incidencia sobre el cultivo de soja.





NO a la LABRANZA

Principios del Sistema de Siembra Directa, beneficios, problemáticas recurrentes y estrategias para su abordaje.

