

Guía de Siembra Directa



Guía de Siembra Directa



Montevideo, Uruguay 2009

Guía de Siembra Directa

AUSID - PRODUCCIÓN RESPONSABLE

Diseño y diagramación: Ana Laura Suescun

Impreso en: La Imprenta

Fotografías: AUSID / PPR

ISBN: 9789974563544

Esta publicación está disponible en formato electrónico en el sitio web del Proyecto Producción Responsable: www.mgap.gub.uy/presponsable

Autoridades Instituciones:

Alfredo Bruno	Director Proyecto Producción Responsable
Carlos Vassallo	Coordinador Institucional P. Responsable
Miguel Carballal	Presidente AUSID
Pedro Martínez Haedo	Vicepresidente AUSID
Carlos Marchesi	Secretario AUSID
Alejandro Hareau	Tesorero AUSID
Raúl Martínez	Vocal AUSID
Autor y recopilador	Luciano Dabalá AUSID

Correctores:

Alfredo Bruno	P. Responsable
Miguel Carballal	AUSID
Valeria Barhau	P. Responsable
Santiago Larghero	P. Responsable
Miguel A. Parrilla	P. Responsable

Prólogo

El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) promueve, a través de su Proyecto Producción Responsable (PPR), la promoción y adopción de sistemas de manejo integrado y eficiente de los recursos naturales y la biodiversidad, sostenibles desde el punto de vista social, económico y ambiental. Dentro de ello, el uso y manejo adecuado de los suelos constituye un capítulo importante. La estrategia de PPR pasa por desarrollar acciones que apunten al fortalecimiento de la institucionalidad ligada a la producción agropecuaria para la generación de proyectos y de conocimiento aplicado, así como al financiamiento de acuerdos de trabajo con estas organizaciones y de proyectos prediales y grupales de manejo integrado de los recursos naturales y la biodiversidad.

Por su parte la Asociación Uruguaya Pro Siembra Directa (A.U.S.I.D.) promueve un uso conservacionista, económicamente viable y a su vez sustentable en el largo plazo del recurso suelo, minimizando problemas que lleven a su degradación. Para ello se propone fomentar y estimular la investigación, aplicación y divulgación de la técnica de siembra directa para un mejor manejo del suelo y aprovechamiento del agua.

En este marco de coincidencias de objetivos y metodologías de trabajo, ambas partes han firmado un acuerdo de cooperación con la finalidad de aunar esfuerzos para procurar que los establecimientos rurales aseguren la conservación y mejoramiento de los recursos naturales, a la vez de mejorar su producción y eficiencia económica, con especial énfasis en el correcto manejo del recurso suelo y en particular el sistema de siembra directa.

Una de las líneas de trabajo dentro de este convenio es la recopilación de bibliografía y testimonios para la formulación de una guía de prácticas para una correcta aplicación del sistema de siembra directa. Esta Guía, destinada a técnicos, productores de diversos rubros, estudiantes de ciencias agrarias y, en general, público relacionado al agro, tiene la finalidad de fomentar la aplicación del sistema y su correcta ejecución.

Esperamos que su contenido, al ser aplicado por los diversos actores que participan en la producción agropecuaria uruguaya, pueda contribuir para el desarrollo de una agricultura más productiva y a la vez conservacionista.

Miguel Carballal
Presidente A.U.S.I.D

Alfredo Bruno
Director Producción Responsable

Tabla de contenido

Introducción.....	9
Instrumentación de un sistema de Siembra Directa	12
Estado actual del suelo a utilizar	12
Planificación de actividades.....	12
Preparación de la sementera	12
Matar la vegetación existente	13
Descompactación.....	13
Acumulación de agua.....	14
Almacenamiento de nutrientes.....	15
Período de barbecho.....	15
Establecimiento.....	20
Efectos de la cobertura del suelo.....	21
Control de malezas.....	23
Condiciones Climáticas.....	24
Condiciones para la aplicación.....	25
Fertilización en Siembra Directa	26
Comportamiento de diferentes nutrientes bajo Siembra Directa.....	27
Nitrógeno	27
Fósforo.....	29
La rotación de cultivos en Siembra Directa	30
Las pasturas en Siembra Directa.....	35
La Siembra Directa y la sustentabilidad	37
Ventajas y desventajas del sistema de Siembra Directa	39
Resumen de pasos para la instrumentación de Siembra Directa.....	40
Elección de la chacra.....	40
Aplicación de herbicida total (antes de la siembra).....	40
Barbecho, el tiempo del mismo depende.....	40
Época de siembra y fertilización	41
Durante el cultivo	41
Cosecha del cultivo.....	41
Bibliografía.....	43

Introducción

El Uruguay es un país agropecuario y en su economía el suelo cumple un papel fundamental.

En su historia el país vivió períodos de crecimiento de la agricultura que fueron acompañados de severa degradación de los suelos, llegando inclusive a dejar grandes áreas inutilizadas para la producción agrícola. En esos casos la causa principal fue el sistema de laboreo convencional, acompañado de prácticas inadecuadas. Sin embargo, la erosión también está presente en sistemas menos intensivos como la ganadería, donde la causa es generalmente el sobrepastoreo.

El problema de la erosión y degradación de los suelos continuó durante décadas, ya que no se atacaron las verdaderas causas: sistemas de laboreo que destruían la estructura del suelo, disminuían su tenor en materia orgánica y lo dejaban desnudo y expuesto a las lluvias por largos períodos.

Ya en la segunda parte de la década de los 80' se fue generando un nuevo concepto, cuya base era la incorporación de prácticas agronómicas conservacionistas en los sistemas de producción. Estas prácticas, sencillas y de costo accesible, tenían como finalidad lograr una adecuada cobertura del suelo para amortiguar el impacto de la lluvia, reducir la longitud de la pendiente para disminuir la escorrentía y aumentar el contenido de materia orgánica de los suelos.

En este nuevo enfoque, una de las principales prácticas es la siembra directa. Esta es probablemente la que tuvo una adopción más rápida y generalizada, llegando en década y media a sustituir en gran medida a las formas de laboreo tradicionales.

En el Uruguay, al igual que en toda la región, actualmente se está dando un proceso de intensificación y expansión de la agricultura. En particular, el incremento del área agrícola ha sido sostenido desde hace años y tiene a la siembra directa como sistema de labranza predominante.

Es ampliamente conocido que el laboreo es la principal causa de la erosión y degradación del suelo (F. García Préchac, 1992a). Según Elliot (1944) la erosión hídrica del suelo es provocada principalmente por el choque de las gotas de lluvia con la superficie del suelo, causando la ruptura de los agre-

gados estructurales, dispersión y salpicado de partículas elementales, de fácil transporte por el escurrimiento asociado a la lluvia.

Por esto, es fundamental el efecto de la cobertura del suelo, ya sea por residuos del cultivo anterior, malezas muertas y/o los restos muertos de praderas viejas.

La cobertura disipa la energía de las gotas de lluvia y disminuye el escurrimiento superficial, protegiendo el suelo de los dos procesos que conforman la erosión:

- el golpe de las gotas de lluvia sobre el suelo rompiendo los agregados
- el arrastre de las partículas dispersas por el escurrimiento

En sistemas de cero laboreo o siembra directa, a la emergencia del cultivo, el porcentaje de la superficie cubierta con residuos del cultivo o pastura anterior es más del 85%, mientras que con laboreo convencional el porcentaje de suelo cubierto es de menos del 10%.

Los sistemas de laboreos que dejan más del 30% de la superficie cubierta con residuos a la emergencia del cultivo o pasturas sembradas, se denominan laboreos conservacionistas.

La eliminación del laboreo es un factor de suma importancia en la agricultura, ya que minimiza los problemas de erosión y degradación de los suelos. Estos procesos son los limitantes en la intensificación del uso de la tierra y en la viabilidad de ciertos tipos de explotaciones en suelos hasta el presente marginales, por su riesgo de erosión.

De acuerdo con el Conservation Technology Information Center de los EEUU (CTIC,1992), "No-Tillage", o sea siembra directa o plantío directo,

"Es el sistema de preparación de suelo y la vegetación en el que el disturbio realizado en el suelo para la colocación de las semillas es mínimo, ubicándolas en una muy angosta cama de siembra o surco, que depende del uso de herbicidas para el control de malezas."

El suelo se deja intacto desde la cosecha hasta una nueva siembra, excepto para inyectar fertilizantes.

Los elementos tecnológicos que caracterizan el sistema de siembra directa (SD) son las máquinas específicas, los herbicidas y los residuos del cultivo o pastura anterior.

Actualmente el sistema de siembra directa está totalmente probado en Uruguay, funcionando correctamente en condiciones comerciales de producción, siempre que se atiendan sus necesidades específicas fundamentales (Marchesi, 2000).

La Asociación Uruguaya Pro Siembra Directa (A.U.SI.D.) es una asociación sin fines de lucro, fundada el 12 de Junio de 1991, por productores y técnicos del litoral del país, preocupados por encontrar alguna solución o paliativo a la creciente degradación de los suelos.

Parte de estos actores son quienes constituyen el sector activo y directivo de la institución, que cuenta con Personería Jurídica, siendo sus asociados productores, técnicos, organizaciones de productores, cooperativas y empresas proveedoras de insumos del sector.

A.U.SI.D. promueve un uso conservacionista, económicamente viable y a su vez sustentable en el largo plazo del recurso suelo, minimizando problemas que lleven a su degradación. Para ello se propone fomentar y estimular la investigación, aplicación y divulgación de la técnica de siembra directa para un mejor manejo del suelo y aprovechamiento del agua.

Por su parte, el Proyecto Producción Responsable (PPR) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) promueve la adopción de sistemas de manejo integrado y eficiente de los recursos naturales y la biodiversidad, sostenibles desde el punto de vista social, económico y ambiental. Dentro de ello, el uso y manejo adecuado de los suelos constituye un capítulo importante. La estrategia de PPR pasa por desarrollar acciones que apunten al fortalecimiento de la institucionalidad ligada a la producción agropecuaria para la generación de proyectos y de conocimiento aplicado, así como al financiamiento de acuerdos de trabajo con estas organizaciones y de proyectos prediales y grupales de manejo integrado de los recursos naturales y la biodiversidad.

Dada la coincidencia de objetivos de ambas instituciones, el PPR y AUSID acordaron la realización de un acuerdo de trabajo que contempla diversas actividades a favor de la siembra directa, una de las cuales es la elaboración de la presente Guía Técnica. En este trabajo, destinado a técnicos, productores de diversos rubros, estudiantes de ciencias agrarias y, en general, público relacionado al agro, se brinda una serie de elementos técnicos para una buena instrumentación del sistema de siembra directa.

Instrumentación de un sistema de Siembra Directa

El sistema de siembra directa como práctica permanente permite capitalizar ciertos beneficios que sólo ocurren cuando se ha acumulado un cierto número de años bajo este sistema.

La sucesión de cultivos dejando rastrojos en superficie y eliminando la manipulación mecánica del suelo reduce a un mínimo la erosión, produce aumento de la materia orgánica básicamente por el proceso de muerte y descomposición de las raíces y por la protección que genera la cobertura vegetal muerta en superficie que se integra al mismo. Estos procesos aumentan la vida microbiológica y la meso fauna, a su vez mejorando la estructura del suelo (Marchesi, 2000).

Estado actual del suelo a utilizar

La elección de la chacra para la instalación de un cultivo o pastura sin laboreo es un punto muy importante. Se deberá conocer bien las características del suelo, su historia, su situación actual y la vegetación presente.

La experiencia nacional y los resultados de otros países indican que no debe iniciarse el uso del sistema de siembra directa en suelos deteriorados por erosión, degradación física o problemas graves de fertilidad, ni en chacras muy compactadas o con gran contenido de gramilla.

Es recomendable recuperar el suelo previamente por medio de la instalación de un buen cultivo o pastura, con herramientas de laboreo vertical y a poca profundidad, logrando un suelo nivelado y firme (Marchesi, 2000).

Planificación de actividades

Preparación de la sementera

Si bien no existe una preparación de tierra como tradicionalmente la conocemos, sí existen etapas previas que se deben cumplir antes de la siembra.

El sistema de siembra directa permite instalar cultivos o pasturas de buenos rendimientos con dos acciones muy simples como lo son:

- la aplicación de un herbicida que controle la vegetación existente
- el pasaje con una máquina de siembra directa que permita depositar la semilla dentro del suelo

Al igual que en laboreo convencional el objetivo principal es lograr una adecuada cama de siembra. De esto depende el éxito o el fracaso del sistema.

Una cama de siembra adecuada nos permitirá un contacto íntimo de la semilla con el suelo, de modo de recibir de éste la humedad y la temperatura adecuada para que se produzca la germinación.

Para lograr generar una adecuada cama de siembra es necesario mantener una secuencia que es fundamental:

1. Matar la vegetación existente
2. Descompactar el suelo (lograr que el mismo se desagregue)
3. Acumular agua
4. Generar un adecuado aprovisionamiento de nutrientes

1. Matar la vegetación existente

El control de la vegetación es el primer paso, y en sistemas de siembra directa esto se logra con la aplicación de herbicidas que cumplen con dicha función (laboreo químico).

Cuando el punto de partida es una pastura es recomendable dejar acumular forraje (el último pastoreo es para el suelo) y un tiempo antes (depende del rastrojo, campo natural más días o soja o trigo menos días) de la siembra, matar la vegetación con herbicida. Si en cambio el antecesor es un cultivo, se deberá lograr una buena distribución del rastrojo en superficie y matar las malezas previo a la siembra.

2. Descompactar el suelo

El segundo paso dentro de la secuencia es descompactar el suelo. Esa operación, en un sistema donde no se rotura, es un desafío muy importante. Si bien la vegetación que está bajo la superficie no es visible, sí está viva, por lo que las raíces mantienen los agregados del suelo muy unidos entre sí. A

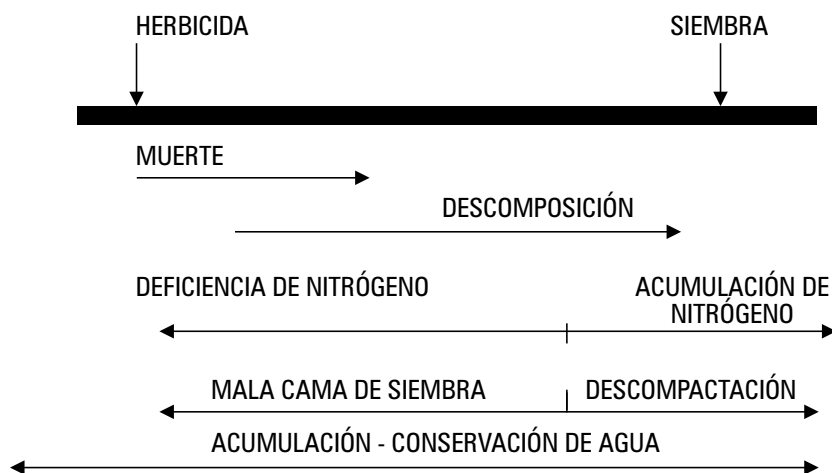
medida que éstas empiezan a morir a consecuencia del herbicida, se descomponen y se produce el efecto inverso. Es decir, el suelo se va “soltando” y por ende se produce una descompactación del mismo.

3. Acumular agua

Existe un tiempo determinado que permite que estos procesos se den de forma natural. Se comienza con la aplicación del herbicida para matar la vegetación, se espera a que esta se descomponga produciendo la descompactación del suelo y la liberación de nutrientes y, conjuntamente con estos procesos, se da la acumulación de agua en el perfil.

A este período se le denomina **tiempo de barbecho**. Este provoca en el suelo todas las modificaciones necesarias para lograr una adecuada cama de siembra.

En la **Figura 1** se presenta un esquema en el cual se detallan estos pasos.



(Ing. Agr. O. Ernst, en 9ª Jornada Nacional de Siembra Directa 12/10/01)

Figura 1. Efecto del barbecho y la cama de siembra.

Según los análisis de contenido de humedad, podemos afirmar que la acumulación de agua es más elevada en chacras bajo siembra directa que en aquellas que son laboreadas convencionalmente. Esto se explica por la no remoción del suelo y la cobertura del mismo con restos vegetales muertos, que permiten el aumento de la infiltración como se mencionó anterior-

mente, y el agua acumulada en el invierno es guardada en el suelo, al no existir la evaporación que genera el laboreo.

Para la conservación del agua resulta imprescindible eliminar la vegetación tempranamente, acción que cumple el herbicida.

4. Almacenamiento de nutrientes

De igual forma ocurre con la disponibilidad de nitrógeno como nitratos (NO_3), que aumenta con un mayor tiempo de barbecho.

Período de barbecho

Al tiempo que transcurre entre la muerte de un cultivo o del tapiz existente y la siembra se le denomina **barbecho**. Este es el período comprendido entre la fecha de la aplicación del herbicida total y la de siembra del cultivo siguiente.

Si lo comparamos con un sistema de laboreo convencional, el barbecho ocurre entre el laboreo primario y la siembra (Ernst-Marchesi, 2001). Esto se aprecia en la **Figura 2**.

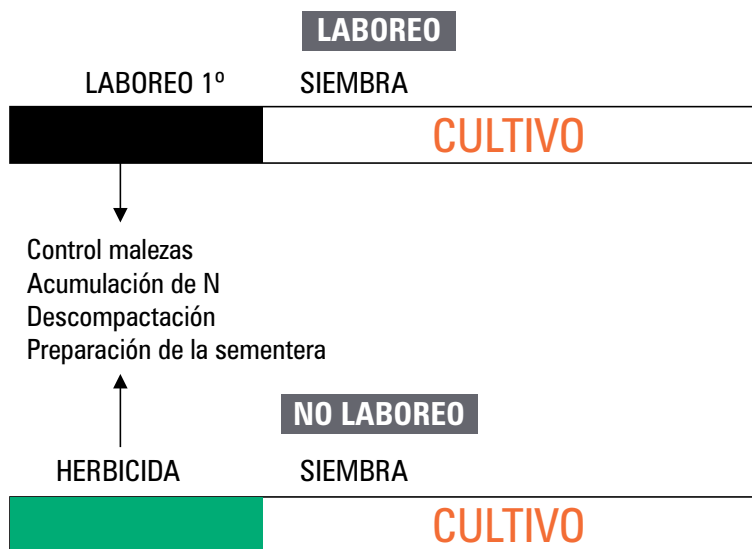


Figura 2. Tiempo de barbecho para situaciones con y sin laboreo.

Durante este período ocurre la muerte y descomposición de los rastrojos de cultivos o pasturas (Foto 1), se acumula nitrógeno en el suelo, se recarga el perfil de agua, se producen sucesivas emergencias de malezas anuales y se prepara la sementera, como se describió anteriormente.



Foto 1. Suelo en barbecho, con control químico de malezas.

Estos procesos son dependientes del tipo y cantidad de rastrojo presente, temperatura, humedad y fertilidad del suelo, aspectos que dependen, a su vez, de la época del año que se considere y del sistema de producción utilizado.

Para cada condición climática y de suelo, el tiempo de barbecho es una variable determinante de la disponibilidad de nitrógeno (NO_3) y de agua al momento de la siembra.

La muerte del cultivo o maleza que está creciendo permite que se inicie la descomposición de los residuos orgánicos subterráneos y cese la absorción de nitratos y agua.

En el Cuadro 1 se presenta el efecto del crecimiento de malezas durante 60 días de barbecho sobre la disponibilidad de N-NO_3 a la siembra del trigo (Ernst, 2000).

MALEZAS EN EL BARBECHO (kg/ha)	NITRÓGENO EN	
	MALEZAS(kg/ha)	SUELO (ppm)
2400	46	1
900	23	3
0	0	10

Cuadro 1. Efecto del crecimiento de malezas durante sobre la disponibilidad de N a la siembra del trigo.

El tiempo de barbecho mínimo está determinado por el rastreo a manejar, por lo que serán necesarios más días cuando se parte de un campo natural o sorgo, que cuando se lo hace de soja o trigo, por la composición del material vegetal. Cuando no se respeta este tiempo, es probable que ocurran fallas en la implantación, menor crecimiento inicial y deficiencias de nitrógeno.

Para situaciones sin laboreo, el cultivo previo funciona de igual manera que el crecimiento de malezas, consumiendo el agua y los nutrientes que normalmente son acumulados durante un período de preparación de suelo con laboreo.

En cultivos como girasol, maíz, soja, el barbecho se inicia antes de la cosecha y el período de barbecho sería desde madurez fisiológica-cosecha y cosecha-siembra del próximo cultivo. Para cultivos que llegan vivos hasta la cosecha –como el sorgo – la aplicación de un herbicida total pre-cosecha permite adelantar el inicio del período de barbecho.

En el **Cuadro 2** se presenta el tipo de antecesor sobre la disponibilidad de N-NO₃ a la siembra de trigo sembrado sin laboreo (Ernst, 2000).

RASTROJO	BARBECHO	Materia Orgánica (%)	N-NO ₃ (ppm)
Sorgo	Sin glifosato pre-cosecha	4.9	2
Sorgo	Con glifosato pre-cosecha	4.9	12
Girasol	Sin glifosato a cosecha	4.1	24
Pradera sin gramilla	Con glifosato 30 días pre-siembra	4.0	16

Cuadro 2. Efecto del tipo de antecesor sobre la disponibilidad de N-NO₃.

Otro fenómeno que ocurre es la descomposición del material vegetal, tanto en su parte aérea como en su parte subterránea (raíces). A la vez que libe-

ran nutrientes almacenados en sus estructuras permiten una granulación del suelo dejando espacio libre en donde estaban las raíces, lo que hace que se “afloje” o descompacte el suelo. Una vez finalizado este proceso, es posible acumular N- NO₃

El período de barbecho es determinante del resultado final sobre la humedad disponible. Si durante este período tenemos crecimiento vegetal, tendremos consumo de agua por transpiración de las malezas, por lo que el efecto de la cobertura con rastrojo evitando la evaporación y favoreciendo la acumulación de agua es anulado.

Esto tiene una incidencia directa sobre la instalación de un cultivo de verano, donde el manejo del barbecho deberá tender a conservar el agua.

Según información experimental (Ernst y Marchesi, 2000) se demostró que en situaciones de siembras sin laboreos, el tiempo de barbecho jugó un rol similar al de la época de laboreo, posibilitando la acumulación de nitrógeno mineral en el suelo, favoreciendo la acumulación de agua y generando una mejor condición física de la cama de siembra.

En este proyecto se evaluaron tres períodos de barbechos: 30, 60 y 90 días pre-siembra. Para cultivos de verano de “primera”, los períodos se definieron como “barbecho corto”, “barbecho medio” y “barbecho largo” respectivamente.

Los resultados obtenidos en el primer año de este trabajo estuvieron condicionados por la sequía establecida a partir de fines de invierno de 1999. En estas condiciones, el tiempo de barbecho fue determinante de la cantidad de agua almacenada en el suelo, la implantación y el crecimiento posterior de los cultivos y su rendimiento en grano.

A continuación se presentan los resultados obtenidos, a modo de ejemplo, sobre el efecto que tiene el tiempo de barbecho sobre la disponibilidad de nitrógeno, la humedad del suelo, la implantación, el peso de la planta y el rendimiento en grano. Dentro del rango estudiado de longitud de barbecho, el barbecho largo, acumuló más N-NO₃, agua y en la mayoría de los casos eso se tradujo en mayores rendimientos (Figuras 3,4,5 y 6, Cuadro 3).

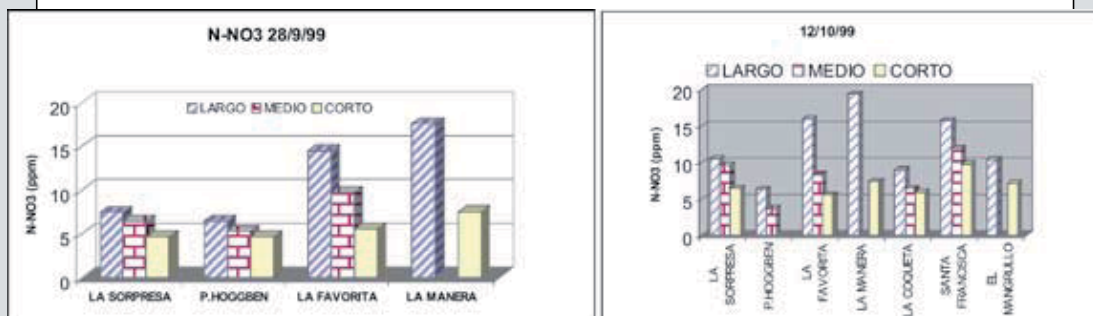


Figura 3. Efecto del tiempo en barbecho sobre la disponibilidad de N- NO₃ en el suelo (0-20cm) al 28 de septiembre y el 12 de octubre de 1999.

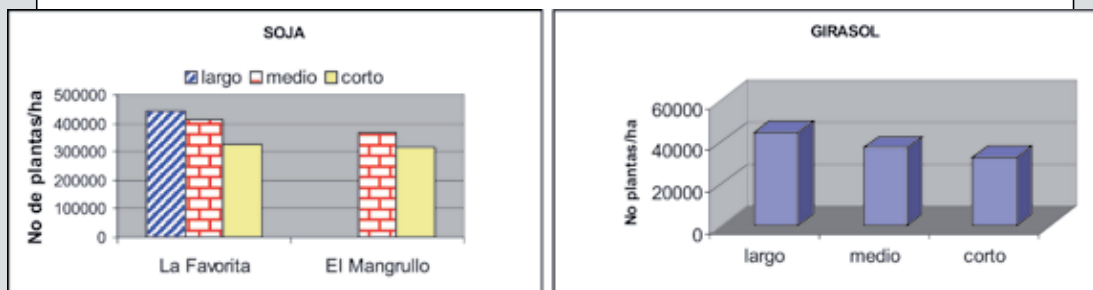


Figura 4. Humedad gravimétrica (%) en los primeros 20 cm del perfil según tiempo en barbecho.

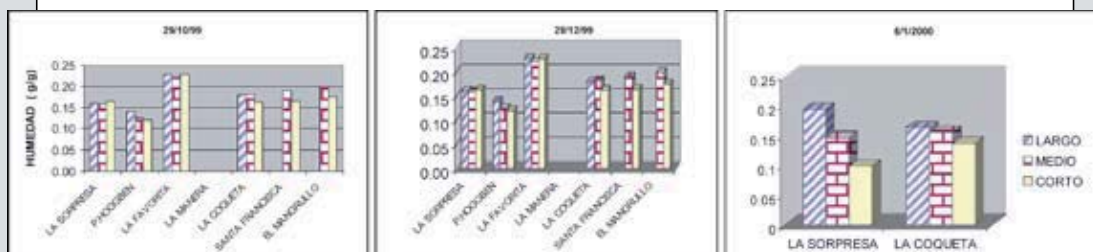


Figura 5. Efecto de la longitud de barbecho sobre la implantación de los cultivos.

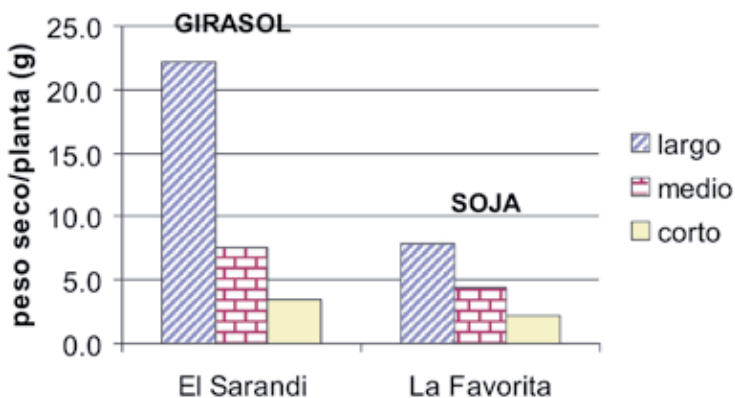


Figura 6. Efecto del tiempo en barbecho sobre el peso seco por planta de girasol (El Sarandí) y soja (La Favorita)

ESTABLECIMIENTO	CULTIVO	BARBECHOS	kg/ha
La Manera	MAIZ	Largo	9,994
		Corto	6,901
Don Majín Tanque	MAIZ	Largo	6,152
		Corto	5,028
Don Majín Calle	MAIZ	Largo	7,378
		Corto	5,600
S.Fca. Frente	GIRASOL	Largo	2,555
		Medio	2,875
		Corto	2,354
Sta. Fca. Ombú	GIRASOL	Largo	3,338
		Medio	2,777
El Mangrullo 7 + 8	SOJA	Largo	4754
		Medio	3719
El Mangrullo casa	SOJA	Largo	3977
		Medio	2878
		Corto	2602
Don Majín	SOJA	Largo	3862
		Medio	4490
		Corto	1794
La Manera	SOJA	Largo	4260
		Corto	3695

Cuadro 3. Rendimiento en grano de maíz, girasol y soja sembrado sin laboreo en respuesta al tiempo de barbecho.

Efectos de la cobertura del suelo

Para que el sistema tenga éxito es indispensable mantener una cobertura de restos vegetales en superficie (Foto 2). Aparte de lo mencionado, estos restos son el alimento de la micro y meso-fauna del suelo.



Foto 2. Cultivo de soja sobre rastrojo de maíz.

La presencia de restos vegetales en superficie cobra real importancia cuando no se toca más el suelo, ya que los mismos son los encargados de mantener la porosidad, la penetrabilidad, el reciclaje de nutrientes y mejoran la dinámica del agua por mayor infiltración y menor escurrimiento.

Con la presencia de residuos en superficie se reduce la pérdida de agua por evaporación y aumenta la infiltración cuando ocurren lluvias.

Esta reducción de la evaporación se debe a que los residuos presentes aumentan el albedo (reflexión de rayos solares) de la radiación incidente; a su vez, estos tienen una baja capacidad de conducir el calor y el agua, porque

una gran parte de su volumen es aire. La menor radiación neta en la siembra directa se destina a evaporar el agua de los residuos y calentar éstos junto al aire en contacto.

Existe una mayor infiltración en la siembra directa que en laboreo convencional (LC), debido a la presencia de los residuos en superficie. Esta cobertura de residuos protege al suelo tanto de la energía radiante como de la energía de las gotas de lluvia, logrando un menor escurrimiento del agua. Además se reduce el encostramiento, ya que las gotas de lluvia no golpean directamente sobre el suelo.

Cuanto más anclados estén los residuos mayor es su efecto, ya que el agua puede entrar más rápido al suelo por los conductos que estos dejan. Estos son rajaduras o fisuras alrededor de las raíces desde la base del tallo en superficie, así como los que dejan las raíces al descomponerse.

En la **Foto 3** se aprecia una buena cobertura de avena aplicada como antecesor de cultivo de verano.



Foto 3. Cobertura de avena previa a siembras de verano.

Por otro lado, estos residuos ofrecen resistencia al escurrimiento superficial del agua, dando mayor oportunidad de infiltración: cuanto mayor sea esta capa de cobertura, mayor será la resistencia que ofrecerá.

Los residuos presentes en el momento de la siembra requieren de un manejo adecuado:

- Hay que conocer la calidad de los mismos para la operación de la sembradora.
- La descomposición de los residuos es lenta, por lo que en ellos pueden sobrevivir enfermedades y plagas que pueden atacar el cultivo siguiente.
- También podemos tener efectos por alelopatías, que son interacciones antagónicas entre plantas, mediadas por la liberación de sustancias químicas al ambiente por parte de una planta emisora y de la asimilación de dichos compuestos por parte de otra planta receptora.

El modo de mitigar estos efectos es con la elección de una correcta rotación de cultivos, teniendo en cuenta la susceptibilidad de ciertos cultivos a enfermedades que pueden estar presentes en el rastrojo.

La rotación de cultivos es vital en el sistema de siembra directa, no sólo por el manejo del rastrojo sino por el adecuado balance en la elección de la secuencia de cultivos. Este aspecto se verá en detalle en el capítulo correspondiente.

Control de malezas

Como se mencionó, la siembra directa necesita de los herbicidas para su existencia y entre éstos, el más frecuentemente utilizado es el glifosato. A continuación veremos algunos aspectos que debemos considerar en su manipulación.

El glifosato es un herbicida sistémico y no selectivo, lo cual significa que una vez que es absorbido por las hojas, se trasloca a toda la planta provocando su muerte.

La eficiencia de su acción está dada por factores inherentes a la planta, al ambiente y a la aplicación en sí misma (Delucchi, Com. pers).

Básicamente, las especies de malezas se pueden dividir en:

- Gramíneas, donde los puntos de crecimiento se encuentran en la base de la planta.
- Malezas de hoja ancha (latifoliadas), en las cuales los puntos de crecimiento se encuentran diseminados por toda la planta.

El glifosato es considerado fundamentalmente un gramínicida, ya que le resulta más fácil alcanzar los puntos objetivos en las gramíneas. Para el combate de malezas de hoja ancha (latifoliadas) será necesario una mayor dosis o utilizar otros herbicidas específicos para tal fin.

A su vez, las distintas especies pueden ser anuales o perennes. En estas últimas, existen yemas por debajo de la superficie del suelo, lo que requiere mayor concentración de producto. En cambio con las anuales, los puntos de crecimiento están sobre la superficie, facilitando el trabajo y una menor dosis.

Otra consideración es la relación parte aérea/parte subterránea y el grado de desarrollo de la maleza. Este herbicida penetra a través de las hojas, por lo que requiere un mayor desarrollo de las mismas. Es necesario evaluar si existe una gran cantidad de masa vegetal bajo la superficie y poca superficie de hojas sobre el suelo. Por ejemplo, para la gramilla (*Cynodon dactylon*) al final del verano se dan las peores condiciones para el control efectivo de la misma. Cuando la maleza se encuentra más desarrollada y con hojas viejas, al producto le resulta más difícil penetrar en la planta, por lo tanto es necesario considerar muy cuidadosamente el estado fisiológico de la planta.

Cualquier tipo de stress, cortes o pastoreos recientes, déficit hídrico, etc. determinarán una menor efectividad del producto.

Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas comprometen la efectividad del producto. La luminosidad y temperatura son condiciones que favorecen un activo crecimiento vegetal y una buena la circulación del glifosato por la planta.

Con humedad relativa ambiente baja, las gotas pulverizadas se evaporan antes de llegar a la superficie de la hoja. Por lo tanto no es recomendable realizar la aplicación con valores por debajo de 60 % de humedad ambiental. Tampoco lo es aplicar con rocío, ya que cuando éste es excesivo puede existir un rodamiento de la gota sobre la hoja y su pérdida hacia el suelo.

Con lluvias probables en el corto plazo tampoco se debe aplicar. Es necesario tener previamente al menos ocho horas libre de precipitaciones.

Si la velocidad del viento es mayor a 12 km/h se genera una situación comprometida, comienza a haber deriva del herbicida. En este caso se recomienda utilizar boquillas anti-deriva, las cuales aumentan el tamaño de la gota, así como también disminuir la presión del equipo de aplicación a 2 kg/cm².

Condiciones para la aplicación

Cuando se decide realizar la aplicación es necesario definir algunos puntos, como son:

- dosis
- utilización de tensoactivos
- determinación de la calidad de agua

La **dosis** del producto depende de:

- tipo de maleza a combatir
- estado de desarrollo
- edad
- ciclo (si es anual o perenne)

Para la selección del principio activo, la formulación del herbicida y la definición de la dosis a utilizar, se deberá consultar a su asesor profesional, tomando la decisión correcta después de evaluar las condiciones en cada caso.

Los tensoactivos se utilizan para reducir la tensión superficial del agua, aumentando la superficie de contacto en la hoja.

El agua a utilizar debe estar limpia, ya que aguas con presencia de materia orgánica, sales o arcillas inactivan la molécula de glifosato. Cuando tenemos aguas duras (carbonatos de calcio y otras sales) con distintos niveles de salinidad ya conocidos, se recomienda utilizar coadyuvantes específicos o aumentar la dosis como forma de mantener la eficiencia deseada.

Fertilización en siembra directa

En siembra directa la no perturbación del suelo, junto con la acumulación de residuos sobre la superficie, produce grandes cambios en la dinámica y distribución de nutrientes en el suelo.

Estos presentan una diferente distribución vertical de nutrientes inmóviles como fósforo (P) y potasio (K), materia orgánica, actividad microbiana y las raíces de los cultivos.

Los cambios en el contenido y distribución de materia orgánica, pH y potencial de oxidación afectan la dinámica y disponibilidad de P y N aplicados en superficie, y la eficiencia de uso de los fertilizantes.

Estos cambios en cantidad y distribución de la materia orgánica y propiedades físicas y químicas del suelo resultan en efectos directos e indirectos sobre la composición y dinámica de las poblaciones microbianas.

Los efectos sobre los microorganismos del suelo se reflejan en las transformaciones de nutrientes como el nitrógeno (N), cuya dinámica es gobernada por la actividad microbiana del suelo.

En la **figura 7** se muestra la evolución teórica de la actividad microbiana en suelos bajo SD y LC (Doran, 1990).

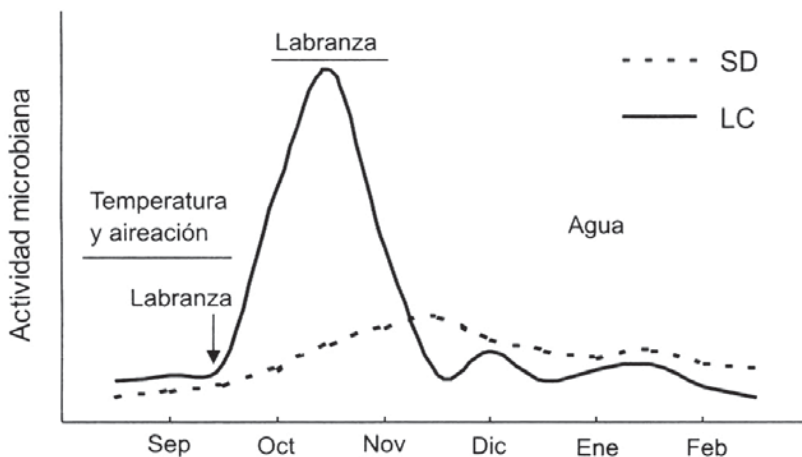


Figura 7. Evolución teórica de la actividad microbiana bajo labranza convencional (LC) y siembra directa (SD) y factores que la controlan. Adaptado de Doran (1990)

En el invierno la actividad está restringida en ambos tipos de labranza por la baja temperatura y la falta de aireación.

Cuando se efectúa una labranza se produce un pulso de actividad en la labranza convencional. Esto está dado por una mayor aireación y por la exposición de compuestos carbonados disponibles.

En la siembra directa la actividad aumenta de acuerdo a incrementos en la temperatura. Durante el verano el suelo bajo siembra directa almacena más humedad mientras que en laboreo convencional, la actividad está sujeta a cambios bruscos de humedad y a ciclos de secado y re humedecimiento.

Comportamiento de diferentes nutrientes bajo Siembra Directa

Nitrógeno

El nitrógeno (N) es el nutriente más importante para la producción vegetal por las cantidades requeridas por los cultivos y por las deficiencias en los suelos agrícolas.

La deficiencia en este nutriente es una limitante para obtener buenos rendimientos y por lo tanto es necesario ser eficientes en el uso del mismo.

En siembra directa la descomposición de los residuos es menor que en laboreo convencional. Esto influye sobre el nivel de N total del suelo, su disponibilidad y la de otros nutrientes (Morón, 2001).

Suelos con labranzas conservacionistas repercuten en menores pérdidas de carbono (C) y N orgánico del suelo (Sawchik, 2001). Estos tipos de labranzas tienden a retardar la descomposición de los residuos.

En los primeros años de instrumentación de un sistema de siembra directa, las condiciones de menor mineralización neta y mayor desnitrificación resultan en una menor disponibilidad de N para los cultivos.

Esto queda en evidencia en menores acumulaciones de N mineral (NO_3^- y NH_4^+) a la siembra y/o una menor oferta de N durante el ciclo del cultivo (Doran, 1990; Bergh, 1993; Rizzalli, 1995) y por lo tanto en la recomendación de mayores dosis de N con respecto al sistema de laboreo convencional (Peterson, 1995).

El comportamiento de la oferta de N depende del cultivo, de las condiciones edáficas y climáticas y de la cantidad de años de siembra directa continua.

Esta situación de menor disponibilidad en los primeros años del sistema se revierte posteriormente por una mayor acumulación de N orgánico, lo que resultaría en un mayor abastecimiento de N, permitiendo disminuir las dosis de N a niveles similares a laboreo convencional o aún menores (Fox y Bandel, 1986).

La forma más abundante en la que se encuentra el N en el suelo es la orgánica, pero las plantas pueden absorberlo en su forma mineral, principalmente como nitrato (NO_3). El pasaje de formas orgánicas a inorgánicas se denomina mineralización, así como el proceso inverso, inmovilización, son muy dinámicos y están gobernados por la actividad microbiana del suelo.

En siembra directa la mineralización se ve enlentecida por la no incorporación de los residuos y la magnitud de este enlentecimiento depende de la cantidad de residuos, del tipo de los mismos, tanto en su forma física (tamaño, densidad y diámetro), como en su composición química (relación Carbono/Nitrógeno) y de las condiciones climáticas.

El aumento de requerimientos de N en los primeros años no sólo se debe a una menor mineralización de N, sino también está dado por la inmovilización de N, ya que en los primeros años usualmente hay una ganancia neta de materia orgánica del suelo. Cuando el fertilizante N es aplicado en superficie la inmovilización es más acentuada, debido a la presencia de residuos del cultivo anterior.

Con respecto a la lixiviación de N en sistemas de siembra directa, existe un aumento en el potencial de lixiviados de nitratos, lo cual está dado por una mayor infiltración de lluvias, mayor almacenaje de agua y menor evaporación.

La mayor humedad, la menor fluctuación de temperatura diaria y la acumulación de residuos orgánicos en la superficie, repercuten en una mayor actividad microbiana en superficie en siembra directa que en labranza convencional.

Normalmente hay una presencia mayor de bacterias anaeróbicas, lo cual resulta en un menor potencial de oxidación y mayores pérdidas de NO_3 por desnitrificación.

La dosis de fertilizante N a agregar debe determinarse en base a la diferen-

cia existente entre el requerido por el cultivo y lo suministrado por el suelo. En sistemas de siembra directa, hasta que se logra un nuevo equilibrio en la materia orgánica, los requerimientos son mayores.

Para determinar la disponibilidad de N mineral para un cultivo, el análisis de nitratos es una determinación confiable. Este análisis presenta una variabilidad muy grande entre muestreos, lo que se explica por su relación directa con la actividad microbiana del suelo y la lixiviación.

También se debe tener en cuenta que el nitrato se agota rápidamente en el suelo cuando existen plantas creciendo, las que se desarrollarán en proporción directa a la cantidad de nitratos que puedan absorber.

Esto es un factor más para determinar el período de barbecho. Cuanto mayor es la cantidad de malezas extrayendo N del suelo, mayor será el contenido de este nutriente en la planta y menor en el suelo, disponible para el cultivo.

Este mismo efecto ocurre con la disponibilidad de N en relación al largo de barbecho. Cuanto más largo es el período, mayor es la disponibilidad de NO_3 en el suelo.

En siembra directa el fraccionamiento del fertilizante N sería una forma de mejorar su uso, esto teniendo en cuenta las menores temperaturas de suelo, las cuales tienden a retrasar la germinación, emergencia y crecimiento temprano de los cultivos.

Considerando las pérdidas de eficiencia por inmovilización de los residuos, volatilización de amonio y lixiviación, sería conveniente la aplicación de fertilizante N localizado, incorporado por debajo de la capa de residuos (Griffith, 1977).

Fósforo

Después del nitrógeno, el fósforo (P) es el nutriente que más frecuentemente afecta la producción de cultivos.

El contenido de P total en el suelo está definido por el material madre y se ha observado un marcado efecto del clima, siendo las zonas más húmedas las más deficientes en este nutriente (Tisdale, 1993).

Del P total del suelo, sólo las fracciones solubles y lábiles (inorgánicas y orgánicas) están disponibles para el ciclo del cultivo.

Las fracciones de P mantienen un equilibrio dinámico y complejo entre ellas. Una pequeña fracción de P está en forma soluble, la cual está en equilibrio con la fracción lábil que comprende el P orgánico fácilmente mineralizable y los fosfatos débilmente adsorbidos a las arcillas coloidales.

La mayor parte del P está en formas insolubles o fijadas, principalmente como minerales primarios fosfatados, humus, fosfatos insolubles de Ca, Fe y Al, y los fosfatos fijados por los óxidos y minerales silicatados.

El P orgánico representa una fracción importante del P del suelo oscilando entre 15% y 80% del P total en el horizonte superficial, dependiendo del tipo de suelo y su composición (Halsted y McKercher, 1975).

La respuesta de los cultivos a la fertilización fosfatada depende del nivel de P disponible en suelo, pero también es afectada por factores del suelo, del cultivo y del manejo del fertilizante.

Entre los factores del suelo que inciden, se destacan la textura, la temperatura, el contenido de materia orgánica y el pH, mientras que entre los del cultivo figuran los requerimientos y el nivel de rendimiento.

En sistemas de siembra directa, la reducida movilidad del P en el suelo resulta en la estratificación del P en profundidad, con mayores concentraciones en superficie debido a la acumulación de residuos y a la ubicación superficial de los fertilizantes.

La rotación de cultivos en siembra directa

Por definición, la rotación de cultivos es la alternancia regular y ordenada en el cultivo de diferentes especies vegetales en secuencia temporal en una determinada área (Geisler, 1980).

No es sólo un cambio de especies, sino que es necesario seleccionar los cultivos respetando sus necesidades y características diferentes, así como su influencia diferenciada sobre el suelo, crecimiento de malezas, desarrollo de enfermedades y plagas, en una secuencia apropiada y práctica que promueva efectos residuales benéficos.

En la **Foto 4** se muestra la rotación de cultivos en un mismo predio.



Foto 4. Rotación de cultivos en un mismo predio.

Cuando se planifica una rotación (Arnon, 1972) se debe tener en cuenta la habilidad diferencial de absorber nutrientes de suelo (sistemas radiculares que alcancen diferentes profundidades), alternar especies susceptibles a ciertas enfermedades y plagas con aquellas resistentes, considerar todo efecto positivo o negativo de un cultivo sobre otro (alelopatías, suministro de nutrientes, incremento en materia orgánica, en el sistema radicular, estructura de suelo, microorganismos o humedad residual del suelo). Es fundamental alternar el uso de cultivos que contribuyen con el suelo con aquellos que lo agotan.

Mediante la rotación, se tiene un efecto benéfico a través de:

- control de enfermedades
- reducción del uso de agroquímicos
- incorporación de sustratos a la flora microbiana del suelo
- mejoramiento de la productividad de la mayoría de los cultivos
- aumento de la riqueza orgánica de los suelos
- aporte al manejo integrado de malezas e insectos plagas
- diversificación de los riesgos desde el punto de vista empresarial
- incremento de la rentabilidad en el mediano y largo plazo

Hacer rotación de cultivos es una cosa y sucesión de cultivos, que es muchas veces con lo que nos confundimos, otra. Por ejemplo, trigo-soja dos años seguidos no es una rotación sino que es una sucesión de cultivos, que al final termina siendo un monocultivo, ya que se hace monocultivo de trigo en invierno y de soja en verano.

Cuando se realiza rotación de cultivos se debe tener la precaución de no sembrar un cultivo sobre la presencia de su propio rastrojo.



Foto 5. Cultivo de maíz sobre rastrojo invernal.

Una adecuada rotación debe adaptarse a la realidad física y económica del momento, debe fundamentarse con conocimiento a largo plazo, no debe ser rígida y sí permitir modificaciones circunstanciales dependientes del mercado, sin modificar los principios básicos.

La rotación proporciona al suelo una protección progresiva contra la erosión y la degradación, además de permitir balancear el consumo de agua y nutrientes del suelo.

Por otro lado es necesario relacionar la capacidad de uso del suelo con la exigencia de la rotación.

El efecto benéfico de la rotación depende de la selección de las especies que la componen, ya que:

- las leguminosas forrajeras aportan fertilidad
- las gramíneas aportan materia orgánica a través de los rastrojos
- las praderas actúan como restauradoras de la condición física

En la rotación de cultivos anuales y pasturas se identifican dos períodos, el primero en la fase agrícola donde se produce reducción de la fertilidad (nitrógeno) y pérdida de estructura del suelo y el segundo en el cual estas propiedades se recuperan (fase pasturas).

Con la intensificación de la fase agrícola con el doble cultivo/año se redujo el tiempo en barbecho y con ello el tiempo de suelo descubierto. Adicionalmente con la siembra directa se reduce el número de labores y con la retención de rastrojos en el suelo se logra controlar la erosión hídrica.

Según datos del Proyecto N° 36, Cangüe N° 20, luego de siete años de comparación de rendimientos entre cultivos sembrados con y sin laboreos no se detectaron diferencias significativas de rendimiento acumulado de granos.

Como muestra la **Figura 9**, en la primera fase (fase I) de la rotación de cultivos con pasturas hubo una tendencia a obtener menores rendimientos relativos sin laboreo que con laboreo, situación que se revirtió durante el segundo período de cultivo (fase II).

En la fase II cuando se realiza una rotación con siembra directa versus una agricultura continua con siembra directa (con o sin pasturas), el rendimiento fue mayor con pasturas que sin pasturas (9152 kg/ha vs 8056 kg/ha). También fue mayor el rendimiento comparando el tipo de laboreo dentro del tratamiento con rotación (9152 kg/ha vs 7618 kg/ha).

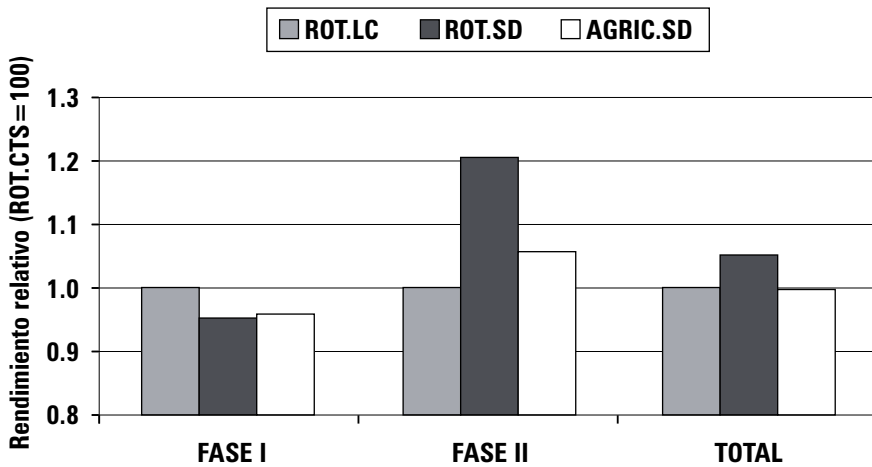


Figura 9. Efecto del tipo de laboreo y la rotación o no con pasturas, sobre el rendimiento en grano acumulado durante la primera y segunda fase agrícola (Fase I y Fase II, respectivamente) de una rotación.

En un esquema agrícola en el que no se laboreo, dejando una cantidad mínima de rastrojo en suelo (entre 5 y 10 ton/ha/año de materia seca) según condiciones climáticas, las pasturas pierden relevancia como recuperadoras del potencial productivo del suelo, en términos de propiedades físicas del mismo.

La calidad de estos rastrojos es relevante en el resultado final, destacándose por sus efectos benéficos, cuando se trata del rastrojo de maíz y sorgo. En cambio, es nulo el efecto del rastrojo de soja.

En sistemas agrícolas que no cumplan con el aporte mínimo de rastrojo en cantidad como en calidad, las pasturas con gramíneas perennes parecen ser una forma viable de recuperar el potencial productivo de los suelos degradados por la agricultura con laboreo (García-Préchac, 1992).

En sistemas intensivos de uso de suelo con alto potencial las pasturas con leguminosas juegan otro rol, tal como el aporte de nitrógeno por fijación simbiótica y la diversificación biológica del sistema.

En relación al balance anual de C, se puede afirmar en términos generales que es la diferencia entre las entradas (rastrojos, raíces, exudados radiculares) menos las salidas de C (erosión, mineralización). Existe una relación lineal entre la cantidad de residuos que entran al suelo y los niveles de materia orgánica del mismo, existiendo una diferencia cuantitativa importan-

te entre los cultivos. El cultivo de maíz es uno de los cultivos con mayor aporte y la soja en la situación inversa, con aporte nulo o negativo.

Paralelamente la relación C/N más alta del rastrojo de maíz determinaría una descomposición más lenta y sería más favorable para la formación de materia orgánica estabilizada en el suelo, siendo nuevamente la soja la situación inversa.

El impacto que tienen el tipo de laboreo y la rotación en la calidad del recurso suelo es muy importante, siendo la siembra directa una tecnología que permite tener mejores niveles de C orgánico y N vía mineralización, especialmente en los primeros centímetros de suelo.

Cuando la secuencia de rotación de cultivos no incluye pasturas, la soja presenta efectos negativos, los cuales pueden ser compensados por la sustitución de parte de la misma por maíz o sorgo.

Las pasturas en siembra directa

Cuando se instalan pasturas en siembra directa, al igual que en los cultivos, los pasos a seguir son los mismos, la instrumentación del sistema es igual, y se deben considerar los mismos aspectos que para la instalación de un cultivo.

La realización de este sistema de siembra nos permite la inclusión de áreas no arables por su riesgo de erosión dentro de una explotación, lo que desemboca en un aumento de la materia seca total producida en el establecimiento.

Con un adecuado control de malezas previo se puede incrementar la producción de las pasturas degradadas, por ejemplo por invasión de gramilla (*Cynodon dactylon*) mediante la inclusión de forrajeras anuales o perennes.

En la **Foto 6** se aprecia el estado de pasturas instaladas mediante siembra directa.



Foto N° 6. Pasturas en siembra directa.

Esta práctica permite la utilización del forraje producido, aún en períodos de exceso de agua. Un claro ejemplo de ello es la mayor utilización del forraje de los verdeos de invierno con abundantes lluvias.

Esto se debe al mejor piso que se tiene en siembra directa, aunque no hay que exceder la capacidad del mismo. Es necesario regular las cargas, principalmente instantáneas, y la categoría a utilizar. Esta consideración es válida también para la compactación por el pisoteo animal.

En relación a la instalación de especies forrajeras perennes, las gramíneas se instalan mejor en siembras en el surco a profundidades no excesivas considerando su tamaño de semilla, que si se las distribuye en cobertura superficial.

En cambio, para las leguminosas la instalación en cobertura funciona me-

por que en la línea, aunque cuando estas se instalan en la línea su peso y nodulación es mayor aunque su población sea menor, favoreciendo una mayor exploración radicular. Esto permite una mayor supervivencia de plantas en el verano.

Cuando las pasturas perennes son instaladas en asocio con cultivos de invierno, la siembra directa presenta ventajas sobre el laboreo convencional, en relación a la conservación del suelo, la reducción del tiempo improductivo del suelo y la reducción de costos. Con una sola preparación se instalan dos cultivos, la pradera y el cultivo de invierno.

Los resultados de los trabajos realizados en este sentido permiten establecer que la siembra del cultivo en el surco y la semilla fina al voleo determinan los mejores resultados.

La siembra directa y la sustentabilidad

La sustentabilidad tiene que ver con una proyección temporal del presente dentro del futuro y puede interpretarse como los efectos de nuestras acciones del corto sobre el mediano y largo plazo.

La sustentabilidad sólo si los efectos futuros de las acciones presentes, pueden preverse como positivos. Si bien la sustentabilidad constituye un objetivo de mediano y largo plazo, la posibilidad de conseguirla se encuentra centrada en las acciones del presente.

Estas acciones, año tras año, proyectan sus efectos en el tiempo y son fuertemente determinantes de las características que el futuro va a presentarnos.

Los mecanismos socioeconómicos o tecnológicos relacionados con el desarrollo constituyen una situación de competitividad dentro de un mundo globalizado. Esta competitividad normalmente está asociada a un buen nivel de productividad y de rentabilidad. A su vez, ambas tienen que ver con la calidad del suelo y con las estrategias y sistemas de producción que se utilice.

El sistema de siembra directa como sistema agro-productivo ofrece todas las ventajas para alcanzar la competitividad a través de la mejora de la

productividad, y esperable rentabilidad, que además pueden proyectarse hacia el futuro.

Este sistema nos permite acceder a un nivel de “productividad y competitividad sustentables”. Cuando se alcanza este estado, se ingresa en un círculo virtuoso de producción con conservación y aún mejoramiento de los recursos involucrados en el proceso productivo agrícola, según la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID).

En conclusión, la práctica de la siembra directa como sistema que atiende la productividad y la competitividad de forma sustentable es posible, siempre y cuando sean atendidos con compromiso todos sus principios fundamentales.



Foto N° 7. Máquina de Siembra Directa

Ventajas y desventajas del sistema de siembra directa

A modo de resumen, se presentarán las ventajas y desventajas del sistema. Las mismas han sido mencionadas a lo largo del trabajo y en este punto lo que se pretende es realizar una revisión del sistema (Extraído de Fundamentos de la Siembra Directa y su Utilización en el Uruguay, Fernando García Préchac).

Ventajas del sistema de siembra directa:

- Drástica reducción de la erosión y degradación del suelo
- Mayor contenido de agua en el suelo
- Mayor oportunidad de siembra, cosecha y pastoreo
- Posibilidad de utilizar suelos con alto riesgo de erosión y áreas de desperdicios bajo Labranza Convencional
- Menor consumo de combustibles y energía

Desventajas del sistema de siembra directa:

- El control de malezas depende del uso de herbicidas
- Menor disponibilidad de nitrógeno en el suelo
- Menor temperatura de suelo
- Compactación del suelo
- Mayor probabilidad de ocurrencia de fototoxicidad, enfermedades y plagas

Instrumentación del sistema de siembra directa

En este punto se resumen los pasos para la instrumentación del sistema de siembra directa. Cabe mencionar que cada situación es única, por lo que es conveniente planificar la implementación del sistema con un asesor técnico.

Elección de la chacra

- Historia de chacra (características de suelo, manejos anteriores).
- Estado actual.
- Vegetación presente, que condiciona el tiempo de barbecho.

Aplicación de herbicida total (antes de la siembra)

- Inicio del barbecho (laboreo químico, en LC laboreo primario).
- Realizar una correcta aplicación (revisar el estado de las boquillas, regular la presión de la máquina, la velocidad de aplicación, la calidad del agua).
- Seleccionar el principio activo, la formulación y la dosis.
- Tener en cuenta la residualidad de herbicidas presiembra.
- Verificar la eficiencia de control del herbicida o la mezcla.
- Si es necesario, realizar una nueva aplicación.

Barbecho

El tiempo del mismo depende:

- Del tipo de vegetación existente. En campo natural, pradera engramillada o sorgo, mayor tiempo de barbecho. Cultivo de soja o trigo, menor tiempo de barbecho.
- Es la preparación de la cama de siembra (laboreo químico).
- La chacra debe de estar limpia de malezas.

Época de siembra y fertilización

- Elección de los materiales (tipo de cultivo) y su ciclo.
- A la siembra, adecuada humedad y temperatura.
- Respetar fecha de siembra.
- Incorporar el fertilizante a la siembra.
- La sembradora debe ser capaz de cortar el rastrojo, abrir el surco, depositar la semilla a la profundidad deseada y cerrar el surco (lograr buen contacto semilla-suelo).
- La velocidad de siembra correcta oscila entre 6 y 8 km/h.

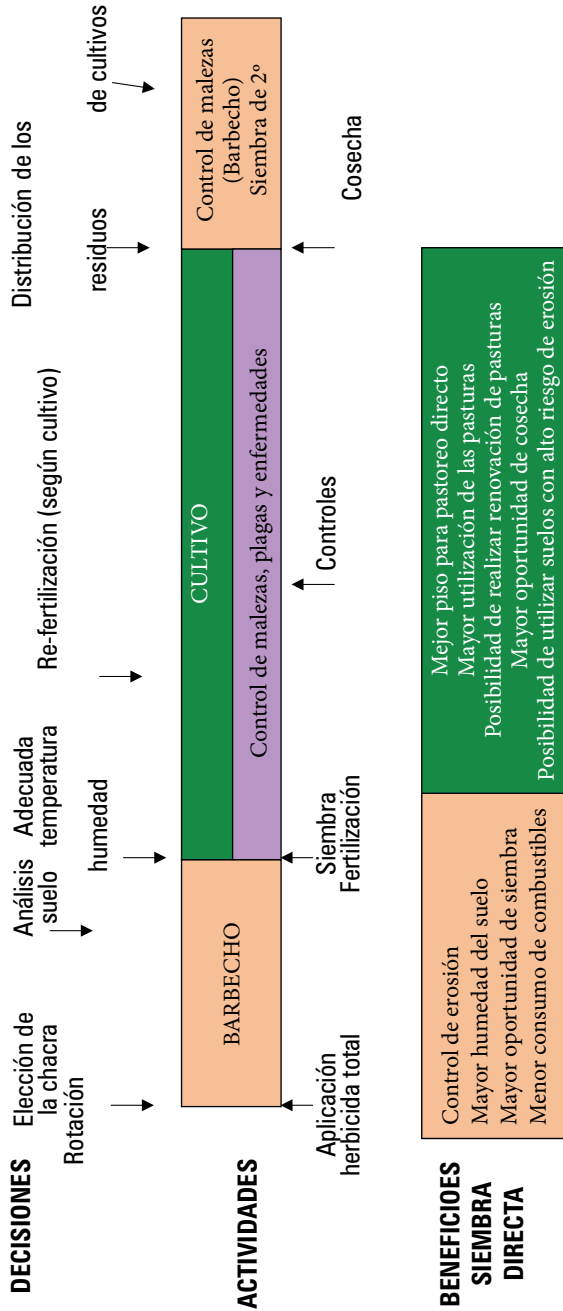
Durante el cultivo

- Control de malezas (en preemergencia, considerar interferencia con el rastrojo, con post-emergencia no habría problema).
- Control de enfermedades y plagas (rotación de cultivos).

Cosecha del cultivo

- Tránsito de maquinaria con mucha humedad dificulta la posterior siembra (problemas de emergencia posterior en la huella).
- Es muy importante la distribución correcta de los residuos de cosecha, estos dificultan la siembra posterior.

Cuadro de decisiones, actividades y beneficios del sistema de siembra directa



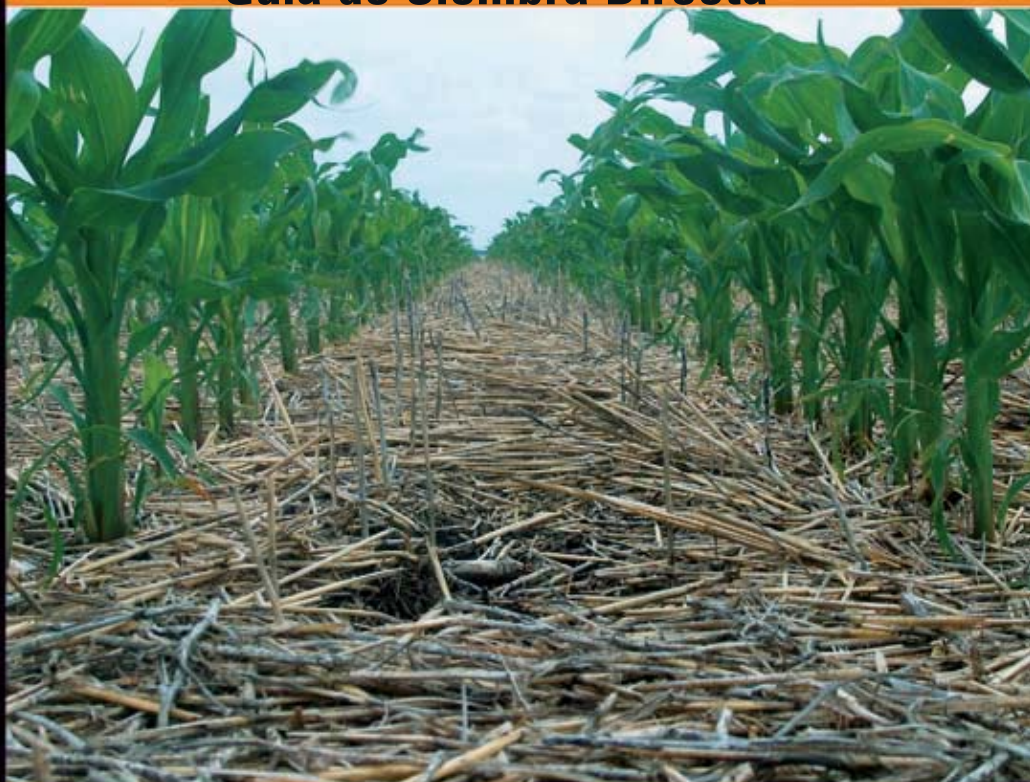
Bibliografía

- **Bordoli, J.M. (1997).** “*Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa*”. En: Manejo de la Fertilidad en producciones extensivas (Cereales y Pasturas). Montevideo. Uruguay.
- **Carmona, M. (2002).** “*La Rotación de cultivos. El por qué de su escasa adopción, la relación con siembra directa y sus efectos positivos para el agrosistema y el manejo de enfermedades*”. En: XI Congreso de AAPRESID “Darse cuenta”.
- **Derpsch, R. (1994).** “*Estrategias de Rotaciones de Cultivos en el Sistema de SD, fundamentos*”. En: III Congreso Nacional de Siembra Directa. AAPRESID. Villa Giardino. Córdoba. Argentina.
- **Ernst, O. (2000).** “*Siembra sin laboreo: Importancia del Manejo del Barbecho*”. 8va. Jornada Nacional Anual. En Revista AUSID. Uruguay.
- **Ernst, O. (2000).** “*Siete años de siembra sin laboreo*”. En: Revista Cangüe Nro. 20. EEMAC. Paysandú. Uruguay.
- **Ernst, O. (2001).** “*El sistema de rotaciones*”. En Revista Cangüe Nro. 23. EEMAC. Paysandú. Uruguay.
- **Ernst, O. (2001).** “*El tiempo de Barbecho como variable de Manejo*”. 9na. Jornada Nacional Anual. En: Revista AUSID. Uruguay.
- **Ernst, O. Marchesi, E. Marchesi, A. (2004).** “*Manejo de barbecho para cultivos de verano de primeros sembrados sin laboreo*”. En: FPTA 111 (AUSID – Facultad de Agronomía, Udelar). Montevideo. Uruguay
- **FAO. (1992).** “*Manual de sistemas de labranza para América Latina*”. Boletín de suelos Nro. 66. En: Cuadernos técnicos de la FAO.
- **García Préchac, F. (1998).** “*Fundamentos de la Siembra Directa y su utilización en Uruguay*”. En: Curso de actualización sobre siembra directa. Facultad de Agronomía. Udelar. Montevideo. Uruguay.
- **García, F.O Bianchini, A. (2006).** “*Nutrición en cultivos de Siembra directa.*” En: Revista Técnica de AAPRESID. Argentina.

- **García, F.O, Biardini, A. (2006).** “Nutrición de cultivos en SD”. En: Revista AAPRESID. Argentina.
- **Lázbál, E. (2004).** “*Siembra Directa en Lechería*”. En: Boletín de divulgación Nro. 86. INIA. Montevideo. Uruguay.
- **Marchesi De León, E. (2000).** II curso de siembra directa AUSID-Plan Agropecuario.
- **Morón, A. (2004).** “*Efecto de las rotaciones y el laboreo en la calidad del suelo*”. En: Actividad de Difusión 365. INIA. Montevideo. Uruguay
- **Peiretti, R. (2000).** “*La siembra directa y la sustentabilidad*”. En: VIII Congreso Nacional de Siembra Directa. AAPRESID. Mar del Plata. Argentina.
- **Quinke, A. (1998).** “*Fertilización de cultivos en el sistema de siembra directa*”. Módulo 4 y 6. En: Jornada Nacional de Siembra Directa. AUSID. Montevideo. Uruguay.
- **Revista AUSID. (1992).** “*Hoja informativa de AUSID*”.



Guía de Siembra Directa



*La presente guía, elaborada por la **Asociación Uruguaya pro Siembra Directa** en acuerdo con el **Proyecto Producción Responsable** del **Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca**, pretende ser un aporte para la correcta aplicación del sistema de siembra directa que está cada vez más difundido en el país. El sistema de siembra directa bien aplicado es una valiosa herramienta para realizar un uso sustentable del suelo. Es fundamental conocer como funciona, cuáles son los tiempos, las rotaciones, los productos y la maquinaria que debe utilizarse para que su aplicación sirva para mejorar un recurso que ha sido tradicionalmente muy exigido.*

*La versión digital se puede obtener en el sitio Web:
www.mgap.gub.uy/presponsable.*