

... Y SU COMBINACIÓN EN AGRICULTURA FORRAJERA

# Siembra directa y rotaciones

por **José A. Terra**<sup>1</sup>  
y **Fernando García Préchac**<sup>2</sup>

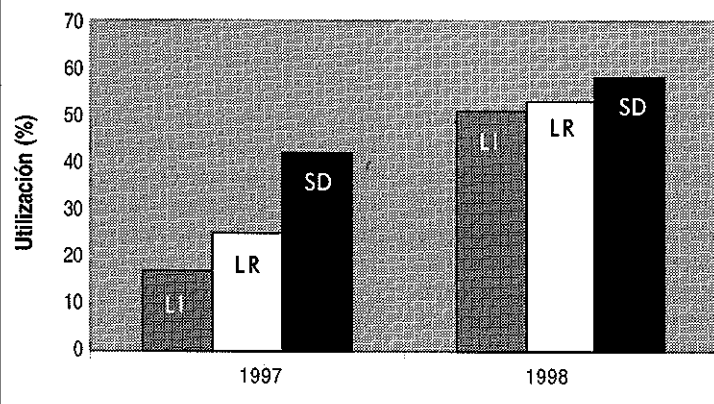
**U**ruguay es un país básicamente pecuario, en el que aún 80% de su superficie está ocupada por pasturas naturales que nunca fueron roturadas y campos regenerados o en proceso de regeneración de la pastura natural, luego de que sufrieran alguna alteración por laboreo. Existe, entonces, un amplio margen para el crecimiento de la producción animal sobre la base del incremento de la producción de pasturas mejoradas.

Es evidente que en Uruguay la tecnología de siembra directa (en adelante, SD), en los últimos 5-6 años, ha pasado de "novedad" a realidad de creciente adopción a escala productiva. Sus elementos determinantes son los herbicidas y las máquinas de siembra, aunque no siempre son necesarios en sistemas forrajeros.

La presencia de animales pastoreando determina que los sistemas de SD en agricultura forrajera presenten dos claras diferencias comparados con los sistemas basados en producción de grano: por un lado, **mayor compactación del suelo** y por lo tanto mayores restricciones físicas para las plantas instaladas o a instalar; por otro lado, el hecho de que una gran proporción de la biomasa producida sea consumida implica que **el retorno de restos vegetales al suelo sea menor**, perdiéndose algunos de los beneficios

<sup>1</sup> Ing. Agr., INIA Treinta y Tres.  
<sup>2</sup> Ing. Agr., PhD., consultor de INIA en Conservación de Suelos.

Figura 1. Porcentaje de utilización de la materia seca del verdeo ofrecida en tres intensidades de uso del suelo: Siembra Directa (SD), Laboreo reducido (LR) y Convencional (LI) en dos situaciones contrastantes de humedad del suelo.



que aporta una abundante masa de residuos sobre la superficie, desde el punto de vista de la conservación del suelo, el agua y el reciclaje de nutrientes y materia orgánica al sistema.

Aun así, es indudable que esta técnica brinda múltiples posibilidades y ventajas:

1) Aumentar la oferta de alimento, sembrando, tanto con cultivos como con pasturas perennes puras o asociadas a cultivos, los suelos no arables o arables con limitaciones por riesgo de erosión o por problemas no extremos de exceso o déficit de agua.

2) Usar con alta seguridad y en alta proporción el forraje ofrecido por los cultivos anuales y perennes durante los períodos con exceso de agua, sin comprometer seriamente su productividad futura al contar con más piso.

3) Renovar pasturas degradadas o desbalanceadas hacia alguno de sus componentes, incorporando especies anuales o perennes de gramíneas o leguminosas. Cuando la degradación

es por invasión de gramilla (*Cynodon dactylon*), que es el caso más frecuente, es imprescindible el control con herbicidas sistémicos tipo glifosato.

4) Ofrecer mejores condiciones de instalación a las especies introducidas en los mejoramientos extensivos, mediante la supresión de la competencia con herbicidas y la colocación de las semillas en contacto con el suelo y cerca del fertilizante.

5) Dar mayor seguridad a la realización de doble cultivo anual en la fase de cultivos de la rotación, al aumentar las posibilidades de siembra y cosecha.

6) Reducir el parque de maquinaria necesario, sus gastos de mantenimiento, reparación y operación (combustible, mano de obra) y prolongar sus plazos de amortización, reduciendo los costos fijos y variables.

Entre los problemas generales, los que más frecuentemente se mencionan son la **compactación producida**

por el pastoreo, que no se solucionaría con laboreo, y la menor disponibilidad de N para los cultivos, sobre todo a la siembra, que determina menores producciones de los cultivos al inicio del sistema con SD o, en su defecto, mayores necesidades de fertilizantes N.

Desde 1995, la investigación en INIA Treinta y Tres se ha enfocado a conocer la respuesta productiva y económica y la evolución de las propiedades físicas y químicas de los suelos de lomadas, con sus serias limitantes, sometidos a intensidades de uso contrastantes. La hipótesis de trabajo es que los elementos tecnológicos de la SD (herbicidas y sembradoras especializadas) permitirán generar nuevas posibilidades en la implantación de cultivos y pasturas, y contribuirán a desarrollar sistemas de producción sustentables.

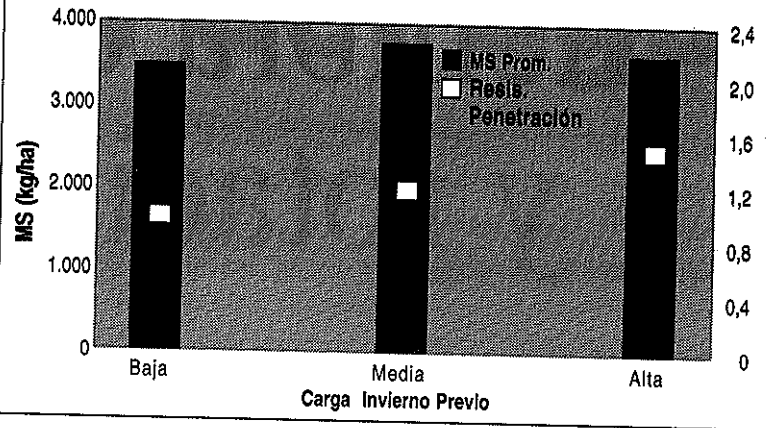
Los trabajos analíticos de mediana duración se han concentrado en la viabilización de la SD en las dos grandes etapas de una rotación forrajera: la de cultivos anuales y la de pasturas, y especialmente en los pasajes o transiciones de una a la otra. Las consideraciones que siguen son el producto de los resultados obtenidos desde el inicio de los trabajos (1995).

### 1. Consideraciones en la etapa de cultivos de una rotación forrajera

#### 1.1 Necesidad de laboreo al inicio de una etapa de cultivos: producción de forraje

La opinión generalizada de que debe esperarse menor producción de forraje con SD que con laboreo surge de resultados obtenidos al inicio del nuevo sistema, con situaciones "heredadas", es decir, chacras que después de mucho tiempo con laboreo pasan a

Figura 2. Efecto de tres cargas de ovinos sobre un verdeo de avena durante el invierno, en el estado de compactación del suelo al cultivo siguiente y su efecto en la producción de materia seca del mismo.



SD. En estos casos es muy riesgoso hacer SD y, antes, habría que empezar por minimizar las limitantes.

Por otro lado, cuando se realiza SD sobre una situación de pradera vieja engramillada o campo natural o regenerado, una medida de manejo fundamental es el "largo de barbecho" (tiempo transcurrido desde la aplicación del herbicida hasta la siembra). Durante este tiempo, muere y se descompone la vegetación pre-existente, mejorando las condiciones físicas del suelo y la disponibilidad de N a la siembra, entre otras cosas.

Al comienzo, por no tener suficiente conocimiento sobre el tema, se obtuvieron menores rendimientos con SD que con laboreo (sólo al primer pastoreo). Pero a partir de entonces, con el ajuste de esa variable de manejo, las ofertas de forraje y los rendimientos de los cultivos con SD nunca han sido menores que con laboreo en seis ensayos, comparando ambas intensidades de laboreo sobre las más variadas situaciones antecesoras durante cuatro años.

#### 1.2 Aporte de N del suelo y respuesta al nutriente

Aunque es reconocido que generalmente en los sistemas de SD la tasa de mineralización de N es menor y los procesos de pérdidas son mayores, provocando menor disponibilidad del nutriente para el cultivo, los trabajos han mostrado que ha sido el clima, más que la intensidad de laboreo, la variable que ha influido en la disponibilidad de nitratos en el suelo, para los cultivos. Cuando el clima determinó valores altos de  $N-NO_3^*$  en el suelo, aquéllos estuvieron por encima de 16-20 ppm (valores manejados como de suficiencia para cultivos de invierno al estado de macollaje) y, aunque fueron mayores con laboreo que con SD, no hubo respuesta al agregado de N en forma de urea.

Cuando el clima determinó condiciones de baja mineralización y/o procesos de pérdidas, los niveles de  $N-NO_3$  en el suelo estuvieron bien por debajo de 16-20 ppm y hubo respuesta en producción de forraje ante el agregado de N, independientemente de la intensidad de laboreo utilizada. Surge, entonces, que no siempre debe esperarse mayor necesidad de fertilización N en SD y que la forma objetiva de determinar la probabilidad de respuesta es la realización de un muestreo de suelos de 0-15cm y la determinación del contenido de  $N-NO_3$  al momento de realizar la referentización al macollaje.

#### 1.3 Piso y utilización

Contar con mejor piso para pasto-

Cuadro 1. Producción física y económica de tres intensidades de uso del suelo con Siembra Directa

	MP 96	MP 97	RL 96	RL 97	RC 96	RC 97
Carne (kg/ha)	286,0	343,0	306,0	545,0	360,0	608,0
Grano (kg/ha)	-	-	316,0	-	475,0	-
Fardos (kg/ha)	-	-	603,0	-	1.225,0	875,0
Ingreso Total (US\$/ha)	200,8	270,5	278,3	429,2	378,6	543,4
Costos (US\$/ha)	88,7	88,7	202,0	193,5	280,6	282,3
Margen Bruto (US\$/ha)	112,0	181,7	76,3	235,7	98,0	261,1

rear los verdes de invierno en condiciones de exceso hídrico es tan importante como la cantidad de forraje producido. *En los verdes con SD en condiciones de exceso hídrico, el suelo tiene mayor resistencia a la penetración en los primeros 10 cm y es posible lograr mayores utilidades del forraje por los animales y menores daños al cultivo por pisoteo, arrancado y enterrado de plantas.*

En condiciones tanto normales como de exceso hídrico, la utilización del forraje ofrecido estuvo entre 20 y 70% con laboreo y entre 40 y 80% en SD (Figura 1). Evidentemente, aun en la hipótesis de menor oferta en SD que en LC (laboreo convencional), es muy probable que el uso del forraje de los verdes de invierno por los animales sea siempre mayor en SD.

#### 1.4 Disminución del riesgo de erosión

En la fase de cultivos, hay una clara disminución de las pérdidas de suelo por erosión, debida a la presencia de restos vegetales dejados en superficie por el cultivo o pastura anterior y a la mejor estructura del suelo, disminución que puede ser del orden de 7-8 veces con SD que con LC, según nuestros resultados.

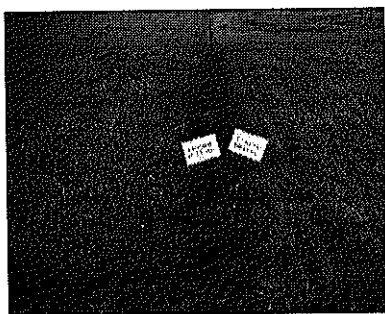
#### 1.5 Contenido de materia orgánica

Aun con SD, hemos encontrado que el nivel de materia orgánica del suelo disminuye ligeramente en la etapa de cultivos de la rotación, reducción que de todos modos es significativamente menor que la que ocurre con laboreo.

Esto se atribuye a que, durante el ciclo de cultivos de estas rotaciones, ellos son retirados en alta proporción (pastoreo, henificación, ensilaje). Entonces, se remarca la importancia y la necesidad de la pastura de larga duración como mejoradora del contenido de materia orgánica del suelo, cuando los cultivos de la rotación son utilizados en alto grado, disminuyendo su devolución de biomasa al suelo.

#### 1.6 Compactación

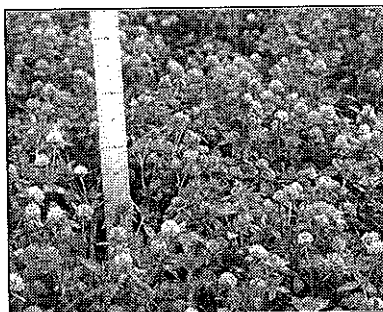
Con SD, cuando el suelo no pierde materia orgánica y mantiene mayor actividad biológica permaneciendo no perturbado, lo que debe esperarse son



Mezcla de raigrás y avena en Siembra Directa (derecha) y Laboreo Convencional (izquierda), pronta para ser pastoreada.



Cultivo de sorgo con Siembra Directa para conservación de grano húmedo, una alternativa que comienza a evaluarse física y económicamente.



Trébol rojo con Siembra Directa sobre rastrojo de moha, multiplicidad de alternativas: pastoreo directo, conservación de forraje o cosecha de semilla.



Novillos de 16 meses pastoreando moha de Hungría en Siembra Directa, en diciembre.

buenas propiedades físicas y no su deterioro.

Sin embargo, cuando se trata de SD en sistemas de producción animal con pastoreo directo, el suelo no está totalmente imperturbado y se produce compactación en los primeros centímetros. Tanto mayor cuanto mayor sea la carga animal instantánea y tanto más profunda cuanto mayor sea la carga por unidad de superficie en el contacto entre las patas de los animales y el suelo. Ahora bien, este efecto sobre el suelo, que fue corroborado en Treinta y Tres en dos inviernos consecutivos, en trabajos de engorde de corderos con diferentes cargas sobre un verdeo, no ha repercutido en forma negativa sobre los cultivos de verano que siguieron en la rotación, a pesar de persistir los efectos sobre el suelo durante el desarrollo de dichos cultivos (Figura 2).

*Esto no significa que no haya que cuidar el sobrepastoreo y que la compactación por pisoteo animal no tenga consecuencias sobre el crecimiento y la producción de los cultivos y pasturas siguientes, sino que quizás no tenga la magnitud de impacto depresor de producción que se teme, en la medida en que se tomen las precauciones del caso: asegurar que al menos un pastoreo de los verdes de invierno o verano se deje como cobertura superficial y, por lo tanto, como aporte de materia orgánica; y no pastorear en condiciones extremas de exceso de humedad en el suelo.*

#### 1.7 Cultivos de verano

Una de las principales ventajas de la SD en cultivos de verano radica en que el rastrojo bajo el cual se planta el cultivo hace las veces de un aislante térmico, lo que determina, entre otras cosas, mayor contenido de humedad en el suelo. Esto se torna en un factor crítico determinante de la producción de MS, agravado por la poca capacidad de retener agua que tienen los suelos del Este del país, debido a la barrera física que supone para el crecimiento de las raíces el horizonte B muy arcilloso, característico de aquellos.

Los resultados obtenidos para moha, maíz, sorgo de grano y forrajero muestran mayor contenido de agua en los suelos durante la implantación

de los cultivos, menor temperatura del suelo en superficie y en profundidad durante el mismo período (lo que, a veces, es un inconveniente), así como producciones mayores de MS en los cultivos sembrados con SD, principalmente en los veranos secos.

El énfasis de los trabajos se pone en las medidas de manejo (herbicidas, largos de barbechos, cantidad y disposición de residuos, cierres de pastoreos, cultivos antecesores, etc.) que mejoren la implantación, sobre todo en los cultivos de grano pequeño - sorgo y moha-, que son los de mejor comportamiento productivo pero también los más afectados a la siembra por bajas temperaturas, y déficit y excesos hídricos.

## 2. Consideraciones en la etapa de pasturas de una rotación forrajera

En Uruguay, el fin más común de una pastura perenne está asociado a la pérdida de las especies sembradas, particularmente las leguminosas y especialmente el trébol blanco durante los veranos, y a la ocupación de nichos ricos en N por la gramilla. La invasión de gramilla en una pastura sembrada, entre otros factores, está estrechamente asociada a la ausencia de gramíneas perennes que compitan con ella por ocupar dichos nichos.

Los trabajos en la fase de pasturas de la rotación apuntan, por un lado, a una eficiente instalación con SD de la gramínea perenne de la mezcla consociada al verdeo. Por otro lado, cuando la pradera empieza a degradarse y perderse por la gramilla, se trabaja en busca de técnicas de renovación con los herbicidas y las máquinas de siembra para alargar la vida productiva de la pastura en forma económica, sin tener que pasar por una etapa de cultivos, que, como es sabido, es la forma más eficiente para el control de la maleza, aunque costosa y riesgosa financieramente.

### 2.1 Siembra de praderas consociadas a verdeos

Utilizando sembradoras con control de profundidad independiente en cada cuerpo de siembra, es posible encontrar métodos satisfactorios de siembra de praderas consociadas, tan-

to para el componente gramínea como leguminosa. La buena implantación de las gramíneas perennes es muy importante para la persistencia de la pradera, pero el lento desarrollo inicial de aquéllas, el rastrojo en superficie y la profundidad de siembra óptima, diferente a la de los verdeos, juegan en contra para lograrlo.

Las sembradoras modernas ofrecen muchas variantes y alternativas: regulación individual de la profundidad de siembra de sus cuerpos, distancia entre hileras y cajones sembradores múltiples, entre otras.

Los resultados obtenidos muestran *mejoras en la implantación de gramíneas perennes, cuando se utilizan profundidades diferenciales de siembra para las distintas especies en líneas alternas, o en pasadas cruzadas, y cuando la pradera se siembra sobre rastrojos de moha enfardada o pastoreada.*

### 2.2 Renovación de praderas degradadas por gramilla

Las estrategias para revertir esta situación pueden ser diversas, pero casi todas pasan por el glifosato, principal herbicida utilizado en SD, cuyo precio hace muy tentador su uso.

La utilización de glifosato puede reducir en forma importante la población de *Cynodon dactylon* en pasturas degradadas, ofreciendo la oportunidad de establecimiento de nuevas plantas a partir de semillas agregadas, tanto en cobertura como con máquinas de SD, o a partir del banco de semillas ya existente, proveniente de la semillazón de la pastura degradada, y a la tolerancia relativamente alta que algunas especies de leguminosas, como el trébol blanco y el *lotus corniculatus*, presentan frente a dosis moderadas de glifosato.

Si se opta por la resiembra de leguminosas puras o en mezcla, no aparece como determinante el uso de una máquina de cero laboreo (siempre y cuando el volumen de restos secos no sea importante). Los resultados muestran que las implantaciones de siembras en cobertura son tan o más eficientes que cuando se utiliza una máquina especial, debido a la dificultad de colocar la semilla de leguminosas a una profundidad uniforme y no mayor a media pulgada, como la mayoría de

las sembradoras disponibles.

Además, si bien pueden esperarse diferencias a la implantación debidas a métodos de siembra, ellas generalmente desaparecen al segundo año y ya no afectan la producción de la pastura.

En caso de incluir gramíneas anuales y/o perennes en la mezcla, su implantación se ve netamente favorecida por siembras en líneas con una máquina de SD, utilización de herbicida y fertilizantes binarios localizados, efecto que es mayor en especies perennes donde las siembras en cobertura son muy poco eficientes.

Se ha visto que hay una alta respuesta al agregado de glifosato y a la dosis en la recuperación de especies valiosas, en su producción invernal al segundo y tercer año, en la cobertura del suelo, y en la superficie ocupada y en la reducción de materia seca subterránea de gramilla. También se ha comprobado que, si se dispone de un buen banco de semilla en el suelo, no se obtienen beneficios adicionales de agregar semilla después de la aplicación de herbicida para rejuvenecer la pastura engramillada.

## 3. Resultados productivos y económicos con SD en distintas intensidades de uso del suelo

Los resultados de producción física de forraje, carne vacuna, y económica utilizando la nueva tecnología en distintas intensidades de uso del suelo son elocuentes (Cuadro 1) y superan los valores medios obtenidos en la zona Este en suelos similares, sin afectarlos en forma negativa.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados comparativos de dos años ('96 y '97), de tres intensidades de uso del suelo: pastura permanente de trébol blanco y *lotus corniculatus* renovada químicamente cada cuatro años (MP), Rotación Larga de dos años de cultivos y cuatro años de pasturas (RL) y Rotación Corta de dos años de cultivos y dos años de pasturas (RC).

\* Nitrógeno disponible como nitrato.

Referencias:  
Serie Actividades de Difusión N° 172,  
Capítulos 6, 7, 8 y 9