

Manejo de rastrojos de cultivos de invierno para la siembra de cultivos de segunda

Oswaldo Ernst *

INTRODUCCIÓN

El girasol ha sido el principal cultivo «de segunda» en nuestro país, principalmente por flexibilidad en época de siembra, costos de producción tradicionalmente empleados y facilidad de laboreo del suelo para el cultivo posterior.

Cuando la siembra se realiza sin laboreo y con el rastrojo del cultivo de invierno anterior en superficie, se han detectado problemas de implantación, crecimiento y rendimiento en grano, por lo que es común la quema, perdiéndose así las ventajas sobre el control de la erosión, conservación de la humedad, control de la temperatura, aporte de materia orgánica y nutrientes.

En el presente artículo se resumen resultados obtenidos en trabajos cuyo objetivo fue evaluar los efectos de diferentes manejos del rastrojo de cultivos de invierno (cebada cervecera y trigo), sobre el ambiente suelo (humedad y nutrientes), la implantación y rendimiento de girasol y sorgo de segunda, buscando aportes a la adaptación de un paquete tecnológico para cultivos de segunda sembrados sin laboreo.

EL AMBIENTE SUELO

Disponibilidad de nutrientes

En primer lugar existe un efecto residual del manejo del cultivo de invierno. El ciclo del cultivo, su nivel de producción y el grado de ajuste de la fertilización nitrogenada realizada determinan el nivel de fertilidad residual del que se parte (Cuadro 1).

Cuadro 1. Efecto de la fertilización nitrogenada al cultivo de invierno sobre la disponibilidad de N-NO₃ a los 40 días post-siembra del girasol de segunda.

Siembra de trigo o cebada	Nitrógeno kg/ha	Biomasa a cosecha t/ha	N-NO ₃ ppm 40 días
19/7	0	11.8 b	36 b
19/7	50	14.3 a	23 c
26/8	0	7.3 d	50 a
26/8	50	8.1 c	41 a

Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí ($p < 0.05$)

Fuente: Adaptado: Hill, Márques y Puchkariov ¹

Cuanto mayor fue la producción del cultivo de invierno, la disponibilidad residual de N-NO₃ fue menor. La fertilización nitrogenada de un cultivo de invierno, cuando no es capitalizada por éste por existir otra limitante (época de siembra, sanidad), determina un incremento en la disponibilidad de N-NO₃ residual en el suelo en relación a cultivos con alto rendimiento en grano.

Las diferencias esperadas en humedad y disponibilidad de N-NO₃ en el suelo y su temperatura, se generan por el manejo post cosecha. Si la siembra es in-

mediata a la misma, difícilmente se cuantifiquen diferencias entre situaciones con y sin laboreo. Debe considerarse que hasta el día de la cosecha, el «barbecho» para el cultivo de segunda a sembrar es exactamente igual independientemente de que luego se maneje con laboreo o no, ya que el cultivo de invierno es quien está cubriendo el suelo. Diferente es la situación cuando existe un período de tiempo entre cosecha y siembra. (Figura 1). En este caso, el laboreo sería capaz de modificar la disponibilidad de N-NO₃ en el suelo al momento de la siembra.

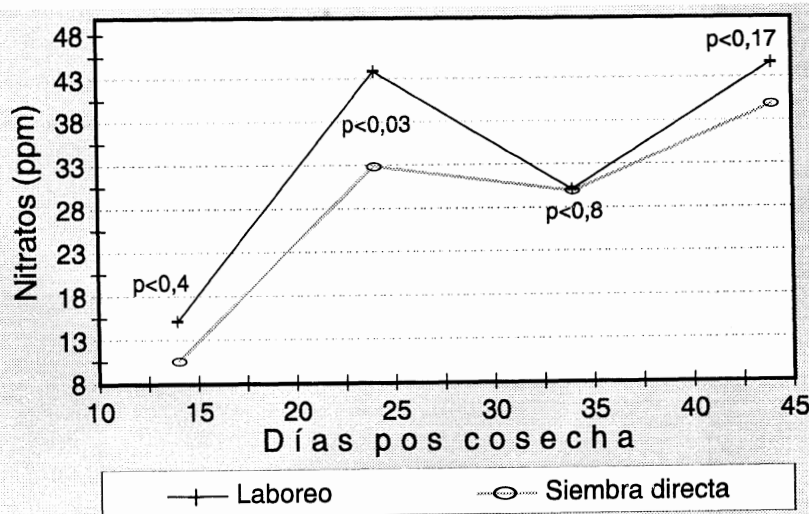


Figura 1. Disponibilidad de N-NO₃ en el suelo (0-20 cm) para laboreo (excéntrica) y siembra directa.

Fuente: Condón, Ghelfi y Pons, 1995²

* Ing.Agr., Cereales y Cultivos Industriales, EEMAC

¹ Hill, M.; Márques, A.; Puchkariov, K.; 1993. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay

² Condón, F., Ghelfi, M. y Pons, C., 1996. Tesis Ing.Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

En relación al manejo del rastrojo, la quema ha sido la variable de mayor impacto, sobre todo, al considerar su interacción con el laboreo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Disponibilidad de N-NO₃ en el suelo 20 días post siembra sin laboreo o excéntrica con y sin quema de rastrojo de trigo.

CULTIVO	LABOREO	N-NO ₃ (ppm) según Manejo del rastrojo	
		quema	sin quema
Trigo	Excéntrica	23 a	13 b
Trigo	No laboreo	12 b	14 b
Barbecho	Excéntrica	30	

Valores seguidos de la misma letra no difieren entre sí ($p < 0.05$)

Fuente: May y Schmitz, 1997³

Entre laborear o no el suelo con excéntrica, la diferencia se genera sólo en ausencia de rastrojo (quema o barbecho). Cuando éste es incorporado al suelo con el laboreo, la disponibilidad de N-NO₃ fue igual a la siembra directa con rastrojo en superficie. Resultados similares fueron encontrados por otros autores⁴ quienes determinaron una variación de 11 a 22 ppm en la disponibilidad de N-NO₃ y de 22 a 27 ppm en la de fósforo (Bray I) en respuesta a la quema del rastrojo de invierno.

Esto es explicado por dos efectos. Por un lado, el laboreo determina un incremento de N-NO₃ en el suelo luego de pasado un período mínimo pos tratamiento (10 a 20 días) y por otro, la quema o no del rastrojo determina la velocidad con que se generan las diferencias. El incremento inmediato en la disponibilidad de N-NO₃ provocado por la quema, sería el producto de la muerte de microorganismos y liberación de N-NH₄ del suelo como consecuencia de la temperatura que alcanza la capa superficial del mismo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la quema del rastrojo sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo expresado como la relación con quema/sin quema. Adaptado: Bierderback *et al*, 1980.

	Días después de la quema				
	-1	0	2	7	14
N-NO ₃ (ppm)	1	1	2.5	2.5	2.0
N-NH ₄ (ppm)	1	1.7	4.0	6.0	4.0
microorganismos	1	0.12	0.11	0.42	0.5

Bajo esta situación, el nitrógeno presente en el rastrojo se pierde por volatilización en forma proporcional al porcentaje de rastrojo quemado, en tanto que el fósforo queda en su mayor parte en las cenizas. Esto explica el efecto diferencial de la quema o no de los rastrojos sobre la acumulación de fertilidad a nivel de superficie bajo situaciones de no laboreo. Si bien

la quema de rastrojo no generaría un problema serio sobre la fertilidad actual, no permite su acumulación, determinando que la siembra directa con quema no difiera del manejo tradicional.

En términos generales, la probabilidad de que exista un menor aporte de N-NO₃ por un suelo no laboreado es mayor, pero en muchos casos la diferencia se genera por encima del nivel crítico a partir del cual la probabilidad de respuesta al nitrógeno es baja (Figura 1). La forma de solucionar esto es cuantificar la disponibilidad del nutriente y corregir en función de ella.

Humedad del suelo

En promedio, la siembra directa determina un porcentaje de humedad significativamente superior a los tratamientos laboreados. Al igual que lo analizado para la disponibilidad de N-NO₃, el «barbecho» es igual para ambas situaciones, por lo que el efecto debe atribuirse a la pérdida diferencial de agua. En este sentido, la información es consistente en marcar tasas de pérdida menores cuando no se laborea y se deja rastrojo en superficie, siendo la misma inversamente proporcional a la cantidad de rastrojo sobre el suelo. Condón *et al* (1996) cuantificaron un 0.8% más de humedad (gravimétrica) por tonelada de rastrojo sobre el suelo al momento de la siembra.

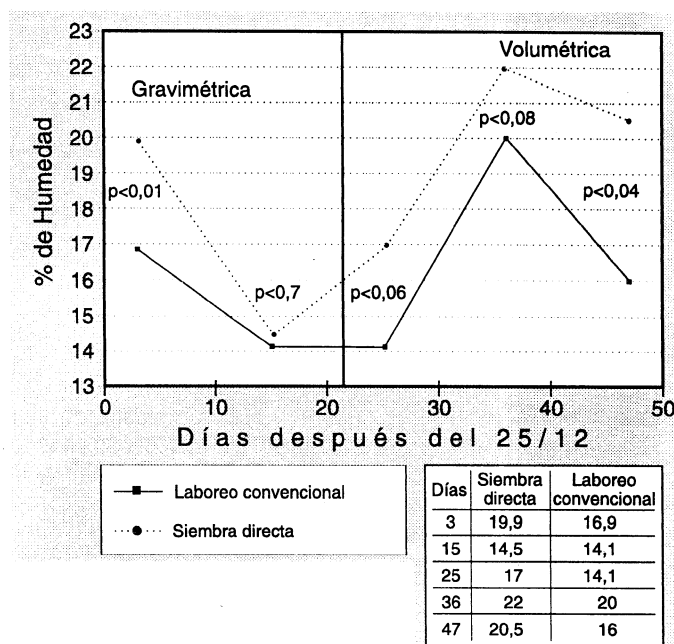


Figura 2. Evolución de la humedad del suelo para laboreo y siembra directa (0-15 cm)

La siembra directa sobre rastrojo quemado mostró menor contenido de humedad que aquellos en los que el rastrojo permaneció en superficie, tanto a 10 cm como a 15 cm de profundidad ($P < 0.05$). El efecto sobre la recarga del suelo no parece importante para las condiciones de siembras de segunda donde el suelo en general está seco, por lo que, de no ocurrir lluvias de alta intensidad, no se esperarían diferencias. Cuando esto ocurre, el escurrimiento se produce en las dos situaciones y la diferencia se genera sobre la erosión. En este sentido, trabajando con un simulador de lluvias, Legelen (1998)⁵ determinó una reducción del 50% en el porcentaje de tierra en el agua que escurrió en no laboreo con rastrojo, frente al manejo tradicional

³ May, Z., Schmitz, S., 1997. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

⁴ Barreiro, B. y Mazzilli, A., 1994. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay.

⁵ Legelen, I. 1998. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo Uruguay

⁶ Díaz Lago, J. 1994. Convenio AUSID-PROVA-PRENADER. In 2a Jornada Nacional de Siembra Directa.

(quema más excéntrica). Esto determinó una reducción de entre 80 y 90% en la estimación de pérdidas de suelo. A su vez, el suelo arrastrado fue más fértil que el que quedó (5.2% contra 4.8% para laboreo), lo que genera un efecto diferencial adicional en el largo plazo.

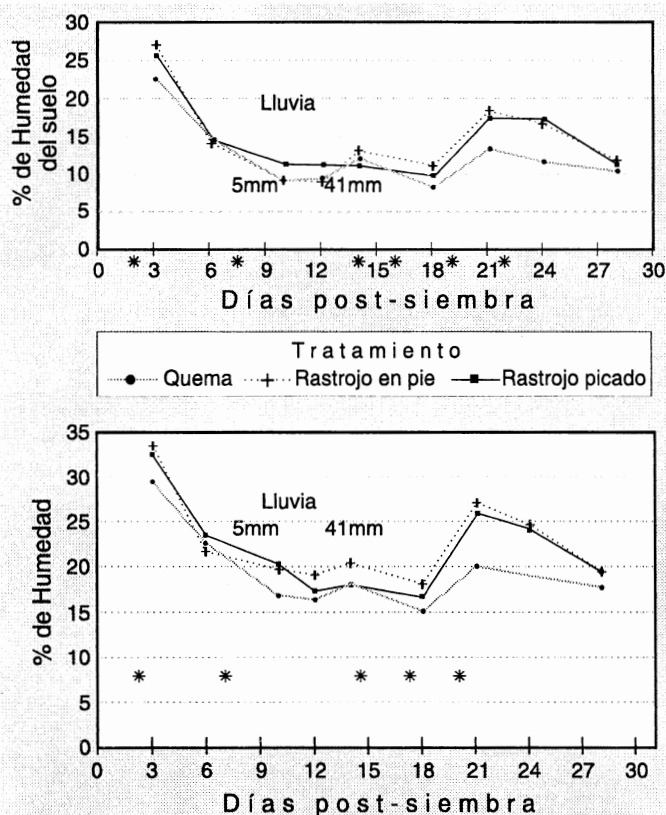


Figura 3. Evolución de la humedad del suelo (10 cm de profundidad) según manejo de rastrojo.
(*) Diferencias significativas al 5%.

Efecto sobre el rendimiento

A pesar del mayor contenido de humedad de los suelos no laboreados y cubiertos por rastrojo, la velocidad de implantación y número final de plantas obtenidos no siempre reflejan estas condiciones. Esto ha sido determinante del efecto sobre el rendimiento en grano ya que, como es sabido, la población lograda define el potencial de producción de los cultivos de verano. En girasol el efecto del número de plantas logradas resulta mayor que en sorgo (Cuadro 4).

En girasol, la siembra sin laboreo y con rastrojo en superficie determinó rendimientos iguales al manejo tradicional sólo cuando se obtuvo una población equivalente.

En el caso de sorgo granífero, si bien han existido problemas para el logro de la población objetivo, el rendimiento en grano siempre igualó o superó al alcanzado con laboreo, producto de la compensación por rendimiento/panoja.

Tanto por la posibilidad de obtener rendimientos menores (girasol) como de no capitalizar la respuesta a la población del cultivo (sorgo), el proceso de implantación aparece como crítico en la siembra de cultivos de verano sin laboreo y con rastrojo en superficie.

Cuadro 4. Efecto del manejo del suelo y el rastrojo sobre la población final lograda y el rendimiento en grano expresado como el cociente quema/no laboreo con rastrojo

Autor	RENDIMIENTO (kg/ha)	
	POBLACION	GIRASOL SORGO
Díaz, 1994 ⁶	1.2	1.0
Condón <i>et al</i> 1996	0.6	0.93
Pastorini y Perez, 1997 ⁷	1.7	1.9
Legelen, 1997 ⁵	1.15	1.01
May y Schmitz, 1997	0.97	0.76
May y Schmitz, 1997	1.98	1.05

Manejo de rastrojo e implantación de girasol

En general, no se detectaron diferencias debidas al sistema de laboreo sino a la presencia o no de rastrojo en superficie. La humedad del suelo y la posición y cantidad de rastrojo aparecen como las determinantes de las variaciones observadas en la implantación de girasol (Figura 4).

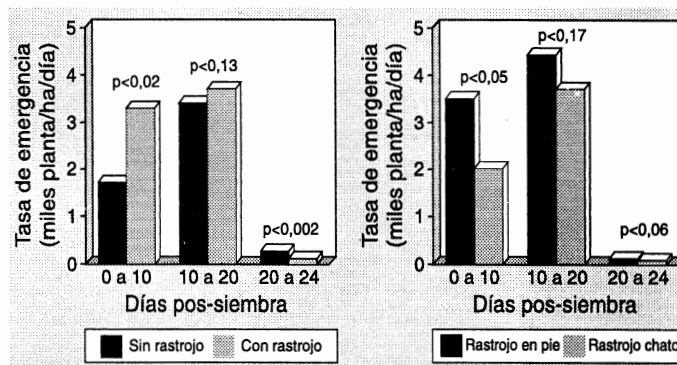


Figura 4. Tasa de emergencia de girasol sembrado sin laboreo con o sin 5000 kg/ha de rastrojo en superficie y rastrojo en pie o rastrojo chato en un suelo con 17% humedad (v/v)

En siembra con 17% de humedad en el suelo, los manejos con rastrojo en superficie determinaron emergencias significativamente más rápidas que los sin rastrojo. A pesar de no existir diferencia en el número de plantas, si las hubo en el tamaño y homogeneidad. Dentro de los manejos con rastrojo, la implantación fue más rápida y mayor cuando se sembró con rastrojo en pie en relación a rastrojo chato. Cuando la humedad del suelo pasó a ser una variable no limitante para el proceso de implantación (23.5 %) por una lluvia de 60 mm, las tasas de emergencia se igualaron. La menor implantación lograda con siembra directa sobre rastrojo chato, fue explicada por mal contacto semilla/suelo. Al existir mucho rastrojo en forma chata sobre la superficie al momento de la siembra, éste es introducido en el surco junto con la semilla provocando un ambiente desfavorable para la germinación de la semilla, la que se produjo mayoritariamente luego de la lluvia.

Cuando la siembra se realizó con 24% de humedad en el suelo (Figura 5), los resultados fueron diferentes

⁷Pastorini, M; Perez, C. 1997. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

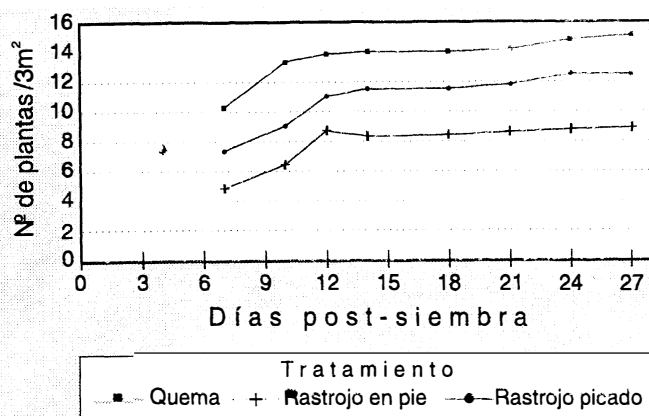


Figura 5. Evolución de la emergencia de plantas de girasol sembrado sin laboreo sobre 8000 kg/ha de rastrojo de trigo en pie, en un suelo con 24% de humedad (v/v)

La emergencia de plantas a lo largo del período analizado fue significativamente mayor en el tratamiento con quema de rastrojo que con rastrojo en pie, teniendo el tratamiento con rastrojo chato un comportamiento intermedio.

Cuadro 5. Condiciones iniciales para cada situación

Cultivo anterior kg/ha de rastrojo	cebada 5000	trigo 8000
lluvia (mm) 15 días presiembra	4.5	98.8
lluvia (mm) 15 días postsiembra	30.0	5.2
N-NO3 a la siembra (ppm)	37.0	4.6
humedad a la siembra (v/v)	17	24

Adaptado: Condón, Ghelfi y Pons, 1994, Pastorini y Perez, 1997.

La cantidad de rastrojo y la humedad del suelo al momento de la siembra fueron las determinantes de la calidad de siembra. Mientras que en el primer caso la humedad se consideró adecuada para la siembra con rastrojo en superficie, en el segundo fue excesiva. La existencia de lluvias en los 15 días siguientes fue determinante del resultado final.

El logro de la población deseada a través del control de la «calidad de siembra» y la corrección de la disponibilidad de nitrógeno fueron variables determinantes del éxito del cultivo sembrado con rastrojo en superficie.

CONSIDERACIONES FINALES

Como en la siembra de cultivos de segunda el barbecho se produce durante el período madurez fisiológica del grano del cultivo de invierno-cosecha, el efecto de laborear o no el suelo sobre la humedad y disponibilidad de N-NO3 del suelo se manifiesta después de la siembra del cultivo de verano.

La quema o no del rastrojo aparece como la variable de manejo capaz de generar diferencias inmediatas, cuantificables a la siembra y es determinante de los efectos en el mediano y largo plazo.

Los efectos sobre la humedad dependen de la cantidad de rastrojo y operan sobre el proceso de pérdida más que en los de ganancia de agua.

La incidencia del manejo del rastrojo sobre el rendimiento en grano del girasol está directamente asociado al efecto sobre la implantación, por lo que ésta aparece como la etapa crítica sobre la cual se debe continuar trabajando. En el caso de sorgo granífero los problemas de implantación implicaron pérdida de potencial productivo pero no determinaron menor rendimiento que en el manejo con laboreo.■

7ª Reunión de Evaluación y Programación de Ensayos de Cultivares de Algodón del Cono Sur.

Se desarrollará en la primera semana de setiembre en Paysandú, la 7ª Reunión de Evaluación y Programación de Ensayos de Cultivares de Algodón del Cono Sur.

En esta Reunión científica, participan representantes de Argentina, Brasil, Paraguay, Bolivia y Uruguay con la colaboración académica y económica del CIRAD-CA de Francia.

El objetivo central, es la presentación y discusión de los resultados de la Red de evaluación de materiales genéticos más promisorios de algodón, provenientes de los Programas de Mejoramiento de los países participantes.

En el presente año, Uruguay será sede por primera vez de este evento a través de la Facultad de Agronomía en la EEMAC, participarán fundamentalmente técnicos que trabajan en el cultivo en las áreas de mejoramiento, fitopatología y entomología.

Además, del propósito mencionado esta Reunión constituye un ámbito de relacionamiento e intercambio entre técnicos que desarrollan investigación en algodón.

El evento coincide con un crecimiento interesante del cultivo de algodón en Paysandú, como alternativa de reconversión en la agricultura del litoral norte del país.