



# Costos del manejo de rastrojos de trigo en la precordillera de Ñuble

Carlos Ruiz S., INIA Quilamapu

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS - INFORMATIVO N° 137

La quema controlada de rastrojos es una práctica que está regulada por el Decreto Ley N°276 de 1980 y se utiliza para facilitar el establecimiento del cultivo que sigue en la rotación. Sin embargo, esta práctica es actualmente cuestionada, entre otras razones, porque genera contaminación atmosférica y favorece las pérdidas de suelo por erosión hídrica, disminuyendo el contenido de materia orgánica que es esencial para mantener su productividad.

Las prácticas agrícolas menos agresivas que sustituyen la quema tienen bastante desarrollo; no obstante, la decisión de cambio pasa por aspectos de manejo de los rastrojos y económicos. En este Informativo se analizan los costos de la quema de rastrojos y también los costos de las alternativas de manejo sin quema para el cultivo de trigo en la precordillera de Ñuble, área de influencia de la Extensión y Transferencia Tecnológica de INIA Quilamapu.

## Costos de la quema de rastrojos

La quema de los rastrojos tiene costos, ya que es necesario solventar la realización de trámites legales y de labores para adecuar el potrero para la quema. Debe considerarse que el **Aviso de Quema** es obligatorio y se realiza en las oficinas de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), encargada de otorgar un comprobante de aviso de quema del que se debe llevar copia a Carabineros y Bomberos.

Para realizar la quema propiamente tal, se deben construir cortafuegos en el borde del potrero, por lo general cortando la caña de trigo lo más abajo posible, hilerarla hacia adentro y luego rastrear generando una franja sin vegetación en el contorno. Adicionalmente se debe disponer de equipos estanque con agua para enfrentar cualquier emergencia de incendio y



**Foto 1.** La opción más económica para manejar el rastrojo sin quema es picarlo y esparcirlo durante la cosecha, luego triturar la caña remanente y mezclarla con el suelo.

finalmente disponer de personal para manejar el fuego durante la quema del rastrojo.

Un procedimiento especial de **Plan de Quemados** se debe seguir ante CONAF, cuando la ejecución se realiza a orillas de alguna carretera. Entrevistas sostenidas con productores de la precordillera de Ñuble, permitió estimar en \$11.610 el costo de la quema de una hectárea de rastrojos de trigo, obtenido a partir de un potrero promedio de 10 hectáreas (ha).

## Costos de manejo de rastrojos sin quema

Para determinar los costos del manejo de rastrojo sin quema, es necesario estimar la cantidad de paja que permanece sobre el suelo posterior a la cosecha. Los rastrojos prácticamente equivalen, en volumen y peso, a la paja producida por el cultivo. Esta cantidad varía según el tipo de suelo, manejo agronómico, variedad utilizada y rendimiento.

La cantidad de paja puede ser calculada a partir del índice de cosecha (IC) que es la relación entre el peso del grano y el peso total de la planta a la madurez, sin considerar las raíces. En función del IC y con un rendimiento promedio de 61 qq/ha de trigo para la temporada 2016/2017 del GTT Manejo de Rastrojos El Carmen, se estimó una producción de 7,5 t/ha de paja.

Respecto del manejo de rastrojos de trigo sin quema, se presentan tres alternativas, pudiendo existir otras:

- Retiro parcial de la paja (50%) y mezcla del remanente con el suelo.
- Retiro parcial (50%) y trituración del remanente.
- Picado y esparcido del total del rastrojo con la cosechadora automotriz.

En el Cuadro 1 se resume el costo de las alternativas de manejo de rastrojos indicadas. Se valorizó según costo declarado por productores que implementaron dichas labores en el GTT Manejo de Rastrojos El Carmen, (2016-2017).

Para facilitar la descomposición del rastrojo se recomienda aplicar 10 unidades de nitrógeno por tonelada de rastrojo de trigo.

Los costos de la quema de rastrojos son, evidentemente, menores que las alternativas de manejo evaluadas sin quema.

De las tres alternativas de manejo, la de mayor costo es la (a) retiro parcial y trituración remanente, y la de menor costo es la (c) con picado y esparcido con la cosechadora en la trilla. Sin embargo, para implementar masivamente la de menor costo, es necesario contar con la disponibilidad de maquinaria especializada que por ahora es limitada.

**Cuadro 1. Costos operativos de manejo de rastrojos de trigo sin quema para la comuna El Carmen, precordillera de Ñuble, temporada 2016/2017.**

Ítemes de Costo	Alternativas de manejo		
	(a)	(b)	(c)
	\$/ha sin IVA		
Picador y desparramador rastrojo con cosechadora <sup>1</sup>			10.000
Enfardado cordón, 3.750 kg/ha (188 fardos/ha)	65.800	65.800	
Retiro de fardos	28.000	28.000	
Triturado de caña remanente	40.000		40.000
Mezclador paja- suelo		30.000	30.000
Urea <sup>2</sup>	21.000	21.000	42.000
Aplicación Urea	7.000	7.000	7.000
Total, \$/ha.	161.800	151.800	122.000

<sup>1</sup> Costo adicional de cosecha por utilizar implemento indicado.

<sup>2</sup> 37.5 kg/ha de N en rastrojo de trigo con %50 de retiro en fardos y 75 kg/ha de N aplicado a 7,5 t/ha de rastrojo de trigo.

<sup>1</sup> (Taladriz y Schwember, 2012).

## Costos y ahorro de las alternativas sin quema en trigo

En el Cuadro 2 se indican las cantidades de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O y S contenidas en las 7,5 t/ ha de paja de trigo evaluadas (Vidal, y Troncoso, 2002). También se indica la cantidad de estos nutrientes perdidos por la quema, que alcanza valores de entre el 98 y 100% del N contenido en la paja, el 20 y 40% del fósforo y potasio, y del 70 a 90% del azufre<sup>1</sup>. Asimismo, se incluye la cantidad de nutrientes de las cenizas perdidas por arrastre, debido a la acción del viento y/o agua, que se estima en 50% como posible. Las pérdidas de nutrientes por efecto de la quema y arrastre por viento son valoradas de acuerdo a los nutrientes contenidos en Urea, Superfosfato triple, Muriato de Potasio y Fertiyeso agrícola. (Cuadro 2).

Las cifras contenidas en el Cuadro 2, nos llevan a concluir que si no quemamos los rastrojos y no los retiramos del potrero, es posible ahorrar en fertilizantes del orden de \$69.413 /ha y agregar, además, unos 400 kg de carbono por cada tonelada de rastrojo de trigo, lo que constituye una fuente valiosa de materia orgánica que permite mejorar la productividad del suelo.

Por tanto, el costo económico de la implementación de alternativas de no quema y de manejo del rastrojo debe considerar el costo operacional y el valor de los nutrientes que se mantienen en la paja.

En el Cuadro 3 se desarrolla el cálculo del costo económico de no quema, valorizando las tres alternativas de manejo propuestas. Se observa que el costo económico (real) de manejar el rastrojo sin quemar varía de \$40.977/ha a \$115.483/ha. Es decir, el costo asociado al cambio desde

**Cuadro 2. Valor total de nutrientes de rastrojo de trigo perdidos por quema y arrastre de cenizas por viento. Temporada 2016/2017. \$/ha, valores sin IVA.**

Ítemes	Nutrientes			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S-SO <sub>4</sub>
Nutrientes (kg) en 7,5 t/ha de paja de trigo.	43,5	6,9	102,6	9,0
Nutrientes (kg/ha) perdidos por quema de 7,5 t/ha de paja.	43,5	2,1	30,8	7,2
Precio del nutriente, \$/kg	608	691	483	947
Valor total de los nutrientes perdidos por la quema de rastrojos, \$/ha	26.448	1.451	14.876	6.618
Nutrientes perdidos por arrastre del viento y lluvia posterior a la quema, kg/ha	-	2,4	35,9	0,9
Valor total de los nutrientes perdidos por arrastre posterior a la quema, \$/ha	-	1.658	17.340	852
Valor total de los nutrientes perdidos por quema y arrastre, \$/ha	26.448	3.109	32.216	7.640

**Cuadro 3. Balance del Costo-Ahorro por la implementación de alternativas a la no quema y manejo de rastrojos en trigo. Temporada 2016/2017, \$/ha, valores sin IVA.**

Ítemes valorados	Alternativas de manejo		
	(a)	(b)	(c)
Costo del manejo de rastrojo sin quema, \$/ha.	161.800	151.800	122.000
Ahorro por la no pérdida de nutrientes sin quema, \$/ha	37.707	34.707	69.413
Ahorro por la no quema, \$/ha	11.610	11.610	11.610
Costo económico de cada alternativa por no quema, \$/ha	115.483	105.483	40.977

quema a manejo de rastrojo sin quema, es equivalente a 2,9 hasta 8,3 quintales de trigo por hectárea. No obstante, debe destacarse que estas cifras son las observadas en la temporada de inicio del cambio de sistema, cifra que tenderá a disminuir con el tiempo, por el ahorro en nutrientes y el mejoramiento general de las características físicas y químicas del suelo.

## Comentario final

El análisis económico presentado se puede profundizar en la medida que se cuente con mayor información. Se deberían evaluar y valorar todos los beneficios y pérdidas y/o daños ocasionados por el manejo de rastrojos con quema y sin quema.

Se debe evaluar y valorar el efecto de la quema sobre: el control de malezas; control de enfermedades y facilidades que genera la quema en la eliminación de los rastrojos para el establecimiento de los cultivos; pérdida de suelos y de materia orgánica; generación de gases de efecto invernadero, gases contaminantes y material particulado, entre otros.

En relación a la no quema de los rastrojos, se debe evaluar y valorar, entre otros, su efecto en las características químicas y físicas del suelo, como el aumento de materia orgánica, aumento de la capacidad de retención de humedad, cambios en el pH y el valor de mercado de los fardos (destinados a diversos usos como la alimentación y cama animal, fuente de energía, sustrato para la producción de hongos comestibles y elaboración de compost, entre otros).

Con la información disponible, para iniciar un manejo agronómico de rastrojos sin quema, se debe asumir un costo inicial mayor. La magnitud de este costo es del orden de 2,9 a 8,3 quintales de trigo por hectárea. Un instrumento robusto y factible que se puede utilizar para contribuir al proceso de disminución de quemas es el Sistema de Incentivos de Recuperación de Suelos Degradados, SIRSD-S, a través del apoyo a la práctica de manejo alternativo de rastrojos. Finalmente un ajuste de los sistemas de manejo de rastrojos a la diversidad de climas y suelos de la región sigue siendo necesario, para afinar uso de labores y determinar costos asociados.

Permitida la reproducción total o parcial de esta publicación citando la fuente y el autor.

Autor: Carlos Ruiz S. Ingeniero Agrónomo, DEA. / [cruiz@inia.cl](mailto:cruiz@inia.cl)

INIA Quilamapu, Av. Vicente Méndez 515, Chillán - Fono: (56) 42 220 6800

[www.inia.cl](http://www.inia.cl)

Año 2018  
INFORMATIVO N° 137

