

# Control de erosión mediante dos niveles de densidad de paja en un trumao de lomaje<sup>1</sup>

Luis Peña Mac-Caskill<sup>2</sup>

## INTRODUCCION

En el sector de precordillera de las provincias de Ñuble y Biobío, existen 416.000 ha de lomajes de trumaos, de las cuales 230.000 son cultivables. Estas últimas se destinan a siembras de cereales, raps, lentejas, praderas naturales y, en menor escala, praderas artificiales. Visualmente es posible comprobar efectos de erosión hídrica, los que se acentúan en las pendientes más fuertes y durante los años con precipitaciones de alta intensidad. Las lluvias con mayor potencial erosivo ocurren, generalmente, en los meses de junio y julio, precisamente cuando los terrenos sembrados presentan una baja densidad de cobertura vegetal.

Es corriente la acumulación de sedimentos en los sectores con cambios de pendiente y al pie de las laderas. También es fácil advertir daños en todas las vías naturales de desagüe. Estas depresiones han sido despojadas de sus cubiertas de protección para incorporarlas al cultivo. Esta situación se ve agravada por la exigencia de mayores gastos de evacuación. Las precipitaciones más intensas compactan la superficie inmediata del suelo sin protección, fenómeno que se presenta a los pocos minutos de iniciado el evento. Al disminuir la velocidad de infiltración, se incrementa el volumen del escurrimiento superficial.

Los indicadores de erosión que se han mencionado son conspicuos aún en los lomajes más suaves, con pendiente de 4 a 6%.

En términos generales, se puede controlar las pérdidas de suelo mediante la adopción de diversas prácticas de tipo agronómico, complementadas por otras de carácter mecánico. Pueden seleccionarse diversas alternativas de control, de acuerdo a la magnitud del daño que se está experimentando, aparte de otras consideraciones. Una práctica agronómica muy promisoría en trumaos de lomajes destinados a cereales u otros cultivos anuales, es el manejo de los residuos o rastrojos del cultivo anterior. Esta práctica persigue alcanzar los objetivos de la labranza a través de labores que no invierten el suelo, lo que permite dejar sobre la superficie una apreciable cantidad de vegetación, realizándose posteriormente la siembra a través de estos residuos.

Básicamente se trata de proteger el suelo de la acción de las lluvias, especialmente durante la primera etapa de desarrollo del cultivo, cuando la cobertura que proporciona es insuficiente. Las lluvias más destructivas son justamente las que sorprenden a los suelos de lomajes prácticamente sin defensa a entradas de invierno, provocando compactación en la superficie inmediata del suelo. En la parte superior se forma una delgada lámina de 0,1 mm, aproximadamente, bajo la acción de las gotas de lluvia. Inmediatamente debajo se observa una zona de porosidad disminuida, creada por la infiltración de agua cargada de partículas finas, provenientes de los agregados que han sido destruidos por el impacto de las gotas. Estos fenómenos, en conjunto, terminan por disminuir drásticamente el proceso de infiltración, incrementándose el escurrimiento superficial (McIntyre, 1958).

<sup>1</sup>Trabajo presentado a las XXVIII Jornadas Agronómicas, noviembre de 1977, Valdivia, Chile.

Recepción originales: 17 de enero de 1978.

<sup>2</sup>Ing. Agr., Departamento de Suelos, Escuela de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Chile.

La presencia de residuos sobre la superficie, disipa parte de la energía cinética de la lluvia, disminuyendo el efecto de compactación superficial y la velocidad del escurrimiento superficial. A través de estos mecanismos, es posible reducir significativamente las pérdidas de suelo (Lattanzi, Meyer y Baumgardner, 1974).

Es indudable que el método presenta algunos inconvenientes. La técnica requiere el empleo de maquinaria especialmente adaptada para esta modalidad de trabajo. Además, es posible que se afecten los rendimientos como consecuencia de un deficiente control de las malezas (McCalla y Army, 1961).

El mayor problema radica en la necesidad de mantener parte de los residuos del cultivo anterior sobre la superficie, al mismo tiempo que debe controlarse las malezas y dejar el suelo en condiciones para el establecimiento del próximo cultivo. En gran medida, se ha logrado cumplir con estos requisitos mediante diferentes implementos de labranza y siembra, especialmente diseñados para el objeto. En esta forma se utilizan actualmente arados con puntas de diversas características. Entre ellos puede mencionarse el arado tipo cultivador que está provisto de vástagos en cuyos extremos se han incorporado puntas con aletas planas. Otro tipo es el arado cincel, con resortes o vástagos largos, ajustables en la barra, con puntas angostas en sus extremos (Fenster, 1960). Estos y otros tipos de arados empleados se complementan con máquinas sembradoras diseñadas para operar en las condiciones de preparación de suelo que resulta en la aplicación de esta práctica. El tipo especial de zapatas que poseen, abren con facilidad los surcos donde caerán los granos, los que son cubiertos y comprimidos por los discos anchos dispuestos en la parte posterior de la máquina.

En Indiana, en suelos con 15% de pendiente y coberturas de 1 y 2 Ton/ha de residuos, se logró disminuir las pérdidas de suelos en 66 y 80%, respectivamente, en relación a parcelas sin protección (Meyer, Wischmeier y Foster, 1970).

Esta investigación tuvo como propósito determinar las pérdidas de suelo en cultivos de cereales, bajo condición de secano con labranza convencional y, además, medir el grado de control de erosión de dos niveles de densidad de paja de trigo, que simulaban el efecto de la práctica denominada manejo de residuos.

## MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el predio "Las Cruces", a 40 Km al oriente de Chillán, en un suelo con pendiente de 11%, desarrollados a partir de depósitos de cenizas volcánicas recientes (Dystrandep), clasificados como serie Santa Bárbara. Estos suelos se caracterizan por ser profundos, de topografía ondulada a quebrada, texturas franco limosas y colores pardo a grisáceo oscuro en el horizonte superficial y pardo amarillento en profundidad. Muy permeables, con altos contenidos de materia orgánica, baja densidad aparente y alta porosidad. Buen drenaje externo e interno. Alta capacidad de fijación de fósforo. En pruebas efectuadas en el lugar de la experiencia se determinó una velocidad de infiltración básica de 5,1 cm/hora.

La precordillera de Ñuble posee un clima mediterráneo templado, lluvioso, con 1 a 3 meses secos. Estación sin heladas mayor de 4,5 meses. Temperaturas para el mes más frío -10 a -2,5°C. Promedio máximo para los meses más cálidos, 21°C (Papadakis, 1973). Promedio de precipitación anual y de la estación invernal de 1.305 y 760 mm, respectivamente (Almeyda y Sáez, 1958).

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar, con tres tratamientos y dos repeticiones. Las 6 parcelas, de 2 x 20 m, se cultivaron con implementos manuales y se sembraron con trigo (*Triticum aestivum* L.). El año anterior también estuvo sembrado con trigo. A continuación se distribuyó, a mano, paja de trigo para simular la presencia de residuos a los niveles equivalentes de 1 y 2 Ton/ha. Cada parcela se limitó con tablas para confinar el escurrimiento e impedir el ingreso de agua de áreas colindantes. En el extremo de ellas se instalaron estructuras para las mediciones de erosión y escurrimiento. Las diferentes secciones se construyeron con planchas de zinc de 0,5 mm convenientemente reforzadas. Cada dispositivo estuvo constituido por una tolva de recepción; un decantador para el material más grueso; una caja divisora para separar la quinta parte del escurrimiento total y dos tambores para acumular esta parte del escurrimiento.

La capacidad de almacenamiento (400 litros) permitió reducir el número de muestreos a nueve. Las mediciones se realizaron tomando la altura de agua en los tambores y luego extrayendo muestras de un litro, agitan-

do previamente para tener una suspensión homogénea. Las muestras se secaron y pesaron, expresándose los datos de pérdida de suelo en Ton/ha/año. Al final de cada temporada se colectó y pesó todo el sedimento que quedó en las secciones de cada estructura de las parcelas.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se señalan los resultados de las mediciones de erosión efectuadas entre el 30 de mayo y el 26 de septiembre de 1977. En este lapso se midió, en el pluviómetro instalado en el lugar, una precipitación total de 1.628 mm.

**Cuadro 1 — Valores de pérdida de suelo en Ton/ha/año para tres niveles en residuos en suelos de trumaos con 11% de pendiente y sembrados con trigo en 1977<sup>1</sup>.**

<i>Pérdidas de suelo en Ton/ha/año<sup>1</sup></i>		
<i>Densidad de residuos Ton/ha</i>	<i>Parcelas de 20 m de longitud</i>	<i>Valores extrapolados a 100 m<sup>(2)</sup></i>
0	15,64 a	35,03
1	3,98 b <sup>3</sup>	8,83
2	1,81 b	4,05

<sup>1</sup>Promedios de 2 repeticiones.

<sup>2</sup>Valores extrapolados a una ladera de 100 m de longitud utilizando una relación de la ecuación universal.

<sup>3</sup>Los tratamientos con igual letra no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de comparación múltiple utilizada.

El análisis de varianza mostró que los tratamientos con residuos, equivalentes a 1 y 2 Ton/ha, tuvieron efectos altamente significativos. El tratamiento con 1 Ton/ha de residuos redujo la erosión en un 74,5% y el de 2 Ton/ha en un 88,4%, en relación a la experimentada por el tratamiento sin protección.

Es interesante comprobar que no se requieren elevadas densidades de rastrojos para proporcionar una aceptable protección a suelos de trumaos en pendiente de 11%. La cobertura de 46% obtenida con 1 Ton/ha de residuos, disminuyó las pérdidas de suelo a 3,98 Ton/ha, en comparación con 15,64 Ton/ha del suelo sin protección. El efecto fue más notable con el empleo de 2 Ton/ha de residuos, que limitó la erosión a 1,81 Ton/ha.

El efecto protector de la cobertura de paja puede explicarse, en parte, por la disipación

de energía cinética de las gotas de lluvia. El resto del efecto protector debe asignarse a la disminución de la velocidad del flujo precanalizado. La presencia del residuo determinó cursos más sinuosos para el escurrimiento superficial, observándose, además, acumulación de sedimentos en los trozos de paja más perpendiculares a la pendiente.

En esta investigación no se midió el efecto de reducción de velocidad del flujo precanalizado. Meyer, Wischmeier y Foster (1970), determinaron velocidades de 13,9 cm/seg para el escurrimiento en suelos sin protección y de 6,9 cm/seg en parcelas protegidas por residuos.

En el Cuadro 2, se resumen los valores de escurrimiento superficial, en porcentajes del total de la precipitación ocurrida durante la experiencia. El escurrimiento disminuyó en un 24,5% en las parcelas con un equivalente de 1 Ton/ha de residuos y en un 59,1% con protección de 2 Ton/ha.

La reducción en el volumen de escurrimiento entre las parcelas protegidas y aquellas que no recibieron cobertura de paja, demuestra la eficiencia de esta práctica en disminuir el efecto que produce la compactación superficial sobre la velocidad de infiltración.

Parte de los valores obtenidos en la presente investigación, han venido a confirmar los antecedentes recogidos por el autor en estudios de exploración en esta misma zona. Trabajando en otra oportunidad con una densidad equivalente a 2 Ton/ha de residuos, se determinó una disminución de 90,74% en las pérdidas de suelo y una reducción de 62,79% del escurrimiento superficial.

Las pérdidas de suelo medidas en parcelas de 20 m de longitud, permiten determinar la erosión por impacto de gotas, y de un mo-

**Cuadro 2 — Escurrimiento superficial en los tratamientos con tres niveles de residuos de paja, en porcentaje de la precipitación total durante la experiencia<sup>1</sup>.**

<i>Densidad de residuos Ton/ha</i>	<i>Escurrimiento superficial en %</i>
0	15,80
1	11,93
2	6,43

<sup>1</sup>Precipitación total entre el 30 de mayo y el 26 de septiembre de 1977: 1.628 mm.

do menos riguroso, la erosión por escurrimiento superficial. La longitud adoptada no puede reproducir con exactitud el efecto acumulativo del escurrimiento que se incrementa hacia abajo. Mediante una relación de la ecuación universal de predicción de pérdidas de suelo, es posible extrapolar la información obtenida a una longitud de pendiente más real. En la tercera columna del Cuadro 1 se incluyeron los valores de erosión expresados en términos de una ladera de 100 metros de longitud. En esta forma, la pérdida de suelo para la condición de siembra convencional (sin protección de residuos) resulta de 35,03 Ton/ha/año. Estas pérdidas son muy superiores al límite de tolerancia de erosión estimada, para las condiciones específicas del terreno de esta experiencia, en 7 Ton/ha/año. Por tolerancia de erosión se entiende la cantidad máxima de pérdida de suelo que puede aceptarse sin que la productividad se vea afectada en un período prolongado de tiempo. Estos valores se establecen sobre una base de juicio colectivo. En Estados Unidos se han adoptado cifras que fluctúan entre 2 a 12 Ton/ha. Los valores inferiores se consideran para suelos muy susceptibles a la erosión y cuya productividad se ve afectada incluso con valores moderados de pérdida de suelo (Hudson, 1971). Los suelos de la serie Santa Bárbara exhiben características físicas que los hacen menos vulnerables a la erosión que otros

suelos del área. Sin embargo, los sectores cultivables con pendientes mayores de 10 a 12%, suelen experimentar fuertes pérdidas de suelo. Esto justificaría la necesidad de adoptar valores diferentes para distintos grupos de pendiente y magnitud del daño de erosión pasada. De modo que el valor mencionado en esta experiencia sería válido para trumaos de lomajes, con pendientes de 6 a 12% y erosión pasada moderada.

Pérdidas de suelo de la magnitud detectada en esta experiencia, justifican plenamente cualquier esfuerzo por establecer un sólido programa de investigación y divulgación de prácticas de conservación de suelos que permitan reducir la erosión a niveles aceptables.

La presencia de residuos disminuyó de un modo muy efectivo el daño provocado por las lluvias. Con una densidad de 1 Ton/ha, no se sobrepasó demasiado la tolerancia de erosión (7 Ton/ha) y, con 2 Ton/ha de cobertura, se logró un control muy satisfactorio, considerando los valores extrapolados del Cuadro 1.

Es interesante destacar el efecto protector que produce una cantidad relativamente baja de residuos en suelos trumaos, aun considerando una pendiente de 11%. En otros tipos de suelos, con alta susceptibilidad a la erosión, sin duda se requerirá una mayor cantidad de residuos para lograr un aceptable control de pérdidas de suelo.

## R E S U M E N

Esta investigación tuvo como propósito medir el grado de protección contra la erosión que otorga la práctica de "manejo de residuos", en trumaos de lomajes dedicados a cereales u otros cultivos. Esta técnica corresponde a una modalidad de labranza que deja sobre la superficie parte de los residuos o rastrojos del cultivo anterior.

La investigación se realizó en 1977, en un predio ubicado a 40 Km al oriente de Chillán, estudiándose el comportamiento de tres niveles de densidad de paja de trigo (0 - 1 y 2 Ton/ha), en una ladera con 11% de pendiente. Se emplearon parcelas de 2 x 20 m, con sus correspondientes dispositivos colectores de sedimentos y escurrimiento de agua. Las pérdidas de suelo, extrapoladas a ladera de 100 m de longitud, fueron de 35,03; 8,83 y 4,05 Ton/ha/año para los niveles 0 - 1 y 2 Ton/ha de residuos, respectivamente. La tolerancia de erosión para las condiciones específicas del lugar de la experiencia, se estima en 7 Ton/ha/año, lo que significa que el cultivo convencional sobrepasó este límite máximo en cinco veces. Por otro lado, esta investigación confirmó la eficacia de los residuos como un medio para controlar la erosión hídrica.

## S U M M A R Y

## EROSION CONTROL IN A TRUMAO SOIL WITH TWO RATES OF STRAW MULCH

A field experiment was carried out to determine soil and water losses on a moderately eroded silt loam soil (Dystrandept) with 11% slope, and to test the erosion-reducing effectiveness of three rates of wheat straw mulch. The trial was performed in a farm located 40 Km to the east of Chillan.

Three mulch rates (0 - 1 and 2 Ton/ha) were applied in a randomized block design. Six plots, 2 m across slope by 20 m long, were separated by wood boards. Wheat (*Triticum aestivum* L.) was seeded and straw mulch was uniformly applied by hand. Structures designed to collect the run-off water and soil losses were set up at the bottom edge of each plot.

Soil erosion losses, extrapolated to 100 m long, were 35.0 - 8.8 and 4.1 Ton/ha/year respectively with 0 - 1 and 2 Ton of mulch/ha. The run-off was reduced by 24.5% in the plots with 1 Ton/ha rate of residues and by 59.1% in those with 2 Ton/ha rate of straw mulch.

## LITERATURA CITADA

- ALMEYDA, E. Y SÁEZ, F. 1958. Recopilación de datos climáticos de Chile. Santiago, Chile, Ministerio de Agricultura, DTCA.
- FENSTER, C. R. 1960. Stubble mulching with various types of machinery. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 24: 518-523.
- HUDSON, N. 1971. Soil conservation. Cornell University Press, Ithaca, New York.
- LATTANZI, A. R.; MEYER, L. D. and BAUMGARDNER, M. F. 1974. Influences of mulch rate and slope steepness on interrill erosion. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 38: 946-950.
- MCCALLA, T. M. and ARMY, T. J. 1961. Stubble mulch farming. Advances in Agronomy 13: 125-196. Academic Press, New York.
- MCINTYRE, D. S. 1958. Soil splash and formation of surface crusts by raindrop impact. Soil Science 85: 261-266.
- MEYER, L. D., WISCHMEIER, W. H. and FOSTER, G. R. 1970. Mulch rates required for erosion control on steep slopes. Soil Science Society American. Proceedings 34: 928-931.
- PAPADAKIS, J. 1973. Reconocimiento e investigación de los suelos. Regiones ecológicas de Chile. FAO, Roma, Informe Técnico N° 3. 49 p.