

RUGOSIDAD Y COBERTURA SUPERFICIAL DE UN ARGUJUDOL VERTICO DE LA PAMPA ONDULADA (BUENOS AIRES, ARGENTINA) SOMETIDO A LLUVIAS NATURALES

PELERETEGUI E PLAZA DE AYALAR, CHAGAS C

Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos. Facultad de Agronomía UBA. Av. San Martín 4453 (1417) Ciudad de Buenos Aires, Argentina. E-mail: chagas@mail.agro.uba.ar

Recibido 28 de agosto de 2002, aceptado 10 de marzo de 2003

SOIL SURFACE ROUGHNESS AND SURFACE COVER OF A VERTIC ARGUJUDOLL FROM THE ROLLING PAMPA, SUBJECTED TO NATURAL RAINFALL

Soil surface random roughness strongly influences its hydrologic response. The aim of this work was to quantify the dynamics of the surface roughness for a Vertic Argiudoll which was subjected to natural rainfall and was kept in a rough, bare or covered surface condition. For that purpose, 0,25 m² square microplots containing 20 kg of a topsoil devoted to 8 years of conventional agriculture were prepared. Plant residues were hand removed but soil clods were kept undisturbed. The period of measurements included a four months summer fallow, in which rainfall and surface roughness were periodically monitored. The relative roughness (roughness measured after rainfalls / initial roughness measured immediately after tillage) from the covered treatment was significantly higher than that of the uncovered treatment. This confirmed the influence of rainfall kinetic energy on the obtained results because cumulative rainfall was the same for both treatments. This influence was explained with the following equations for the covered treatment $\text{Relative Roughness} = 10^{-6} \text{PP}^2 - 7 \cdot 10^{-4} \text{PP} + 1$ ($R^2=0,63$) and for the bare treatment $\text{Relative Roughness} = 2 \cdot 10^{-6} \text{PP}^2 - 1,7 \cdot 10^{-3} \text{PP} + 1$ ($R^2=0,83$) where PP is cummulative rainfall (mm)

Key words: Soil, Random Roughness, Surface Cover, Rainfall

INTRODUCCION

La rugosidad superficial es una propiedad edáfica que condiciona marcadamente el comportamiento hídrico de un suelo (Onstad 1984, Zobeck, Onstad 1987). Algunas operaciones de labranza producen cambios significativos en el grado de rugosidad superficial, modificando a su vez la distribución y disposición de los agregados y terrones del suelo, afectando así la tasa de infiltración y la evaporación del agua edáfica (Chagas 1995, Kamphorst *et al.* 2000).

Durante la ocurrencia de lluvias y/o aplicaciones de lámina de riego, se producen alteraciones en la superficie edáfica que están gobernados por diversos mecanismos asociados a cambios en la disposición de las partículas elementales y microagregados de la superficie edáfica (Chagas 1991). Los fenómenos antes mencionados reducen la rugosidad superficial y se asocian a su vez a efectos de sellado de la macroporosidad superficial, que suelen determinar importantes reducciones en la tasa de infiltración de agua del suelo. Estos

procesos son comunes en suelos con presencia de limos y/o arenas muy finas en superficie, tales como los Argiudoles franco limosos de Pampa Ondulada (Chagas 1991). Si bien su estudio básico requiere de metodologías y técnicas específicas de laboratorio y campo, no es menos importante la cuantificación agronómica de los cambios que se producen en la rugosidad superficial del suelo cuando el mismo se halla bajo condiciones de campo y sujeto a lluvias naturales. El modelo WEPP (Lane, Nearing 1989) incluye una ecuación para predecir cambios en la rugosidad superficial aleatoria, que es dependiente exclusivamente del contenido de limo del suelo y de la lámina acumulada de lluvia. Es decir que no tendrían efecto sobre la rugosidad superficial, la estabilidad estructural del suelo ni la energía de las lluvias. Trabajos locales sobre la serie Ramallo (Argiudol Vértico) mostraron que existe una dependencia de la rugosidad respecto de la estabilidad estructural del suelo (Chagas, Stefanich 1998). Investigaciones llevadas a cabo a nivel de microcuencas en esta misma

serie probaron que la energía de la lluvia es un importante condicionante del comportamiento hidrológico de una microcuenca experimental (Chagas *et al.* 2000).

En el presente trabajo se planteó como hipótesis, que la energía de la lluvia es un condicionante de la dinámica de la rugosidad superficial para suelos de la serie Ramallo y similares; por ende, aquellos suelos que permanezcan protegidos del impacto directo de lluvias de alta energía cinética, conservarán en mayor medida la rugosidad superficial edáfica, que los mismos suelos descubiertos. Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido cuantificar la dinámica de la rugosidad superficial de un suelo perteneciente a dicha serie, cuando el mismo se encuentra bajo condición inicial rugosa, es sometido a lluvias naturales y se lo protege ó no del impacto directo de las gotas de lluvia.

MATERIALES Y METODOS

El período analizado abarcó cuatro meses (fin de diciembre a principios de abril), en los que llovió un total de 400 mm. Para cumplir con el objetivo del trabajo, se armaron a cielo abierto seis parcelas experimentales de forma cuadrada y sin pendiente, tres cubiertas y tres descubiertas, cada una de ellas con una superficie de 0,25 m² y conteniendo 20 kg de suelo proveniente de un lote con más de 8 años de agricultura convencional continua. Los cultivos realizados en dicho lote son los habituales de pampa ondulada: trigo, soja de primera y segunda

siembra, maíz y en menor medida girasol. Las muestras de suelo se extrajeron del horizonte superficial de una fase moderadamente erosionada de la serie Ramallo (INTA, 1973), Argiudol vértico (arcilla 26%, limo 59%, arena 15 %, estabilidad estructural por tamizado húmedo 40% (Chagas, Gróttola 1994), carbono orgánico 1,7% (Walkley y Black). Los restos vegetales del suelo fueron extraídos a mano. La condición rugosa de las parcelas se logró por medio de una palita de mano simulando la labor de un disco mientras que la evolución de dicha rugosidad se caracterizó mediante el uso de un perfilómetro con 5 cm de espaciamento entre varillas, similar al empleado por Allmaras *et al.* 1966, realizándose cien lecturas en forma de cuadrícula, por cada medición de parcela (Chagas 1995, Zobeck, Onstad 1987). La rugosidad se expresó como el desvío estándar de las 100 lecturas de cada medición. Tres de las seis parcelas fueron cubiertas por una malla plástica de menos de tres mm de abertura cuadrada, simulando así un barbecho cubierto, mientras que las tres restantes permanecieron descubiertas. Se monitoreó en el total de las parcelas, la dinámica de la rugosidad mediante técnicas de cuadrícula antes mencionada (Allmaras *et al.* 1966). Simultáneamente se monitorearon las lluvias diarias locales, mediante el uso de un pluviómetro. Con estos datos, se obtuvieron estimaciones de la energía cinética de las lluvias incidentes, a partir del empleo de una ecuación ajustada previamente para San Pedro, Provincia de Buenos Aires, para la cual se utilizó un pluviógrafo de lectura continua (Chagas *et al.* 2000).

Los resultados se expresaron en forma de rugosidad relativa, es decir: el cociente entre la rugosidad superficial medida en cada parcela luego de

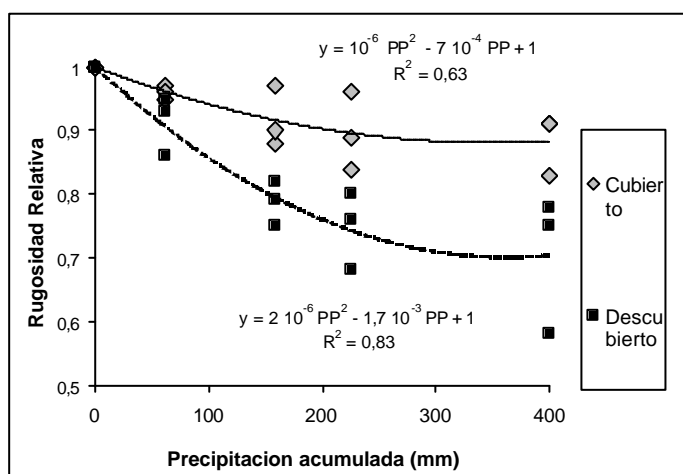


Figura 1. Cambios en la rugosidad superficial relativa del suelo de los tratamientos cubierto y descubierto, en función de la lluvia natural incidente.

Figure 1. Changes in relative soil surface roughness corresponding to the covered and the bare treatments as a function of cummulative rainfall.

cada período de lluvia considerado, respecto de la rugosidad de esa misma parcela, inmediatamente después de la labranza inicial. Esa es la forma que emplea el modelo Wepp. Dichos valores se analizaron empleando análisis de variancia y regresión (Snedecor, Cochran, 1980) y fueron comparados con los que surgieron del modelo WEPP (Lane, Nearing 1989).

RESULTADOS Y DISCUSION

El valor de rugosidad inicial (medición 1) como promedio de las seis parcelas estudiadas, fue de 3,05 cm (coeficiente de variación=15%), resultando equivalente al de una operación de labor primaria con reja y posterior repaso con disco.

Durante el período analizado, la lluvia total caída presentó la siguiente distribución de intensidades diarias: menor a 15 mm/día=44mm; entre 15 y 30 mm/día=75 mm; entre 30 y 45 mm/día= 65 mm y finalmente, mayor de 45 m/día 216 mm. Como puede deducirse, mas de la mitad de la lluvia total resultó con elevada intensidad. Ello determinó que las parcelas descubiertas recibieran una importante cantidad de energía cinética, estimada en 7950 J m⁻². Las lecturas de rugosidad mediante el perfilómetro se realizaron al comienzo del experimento (medición 1) y luego de llover acumulativamente 62 mm, 159 mm, 225 mm y 400 mm (mediciones 2,3,4 y 5 respectivamente).

Los resultados de rugosidad relativa (Figura 1) expresados como rugosidad registrada en cada medición efectuada / rugosidad registrada en la medición 1, confirmaron la hipótesis planteada ya que se obtuvieron diferencias significativas (P<0,05) en favor de la rugosidad del tratamiento cubierto, tras haber llovido un total de 159 mm, 225 mm y 400 mm acumulativos. Estos valores corresponden a la tercera, cuarta y quinta medición respectivamente. Durante la segunda medición realizada luego de incidir tan solo 62 mm de lluvia sobre el sistema y una energía cinética estimada en 1280 J m⁻², no se obtuvieron diferencias significativas entre coberturas, lo que muestra que el umbral de energía requerido para diferenciar ambos tratamientos correspondería al que aportaron los 159 mm acumulativos antes mencionados. Este valor se estimó en 3330 J m⁻².

Las ecuaciones ajustadas que describieron los cambios en la rugosidad relativa fueron las siguientes (Figura 1):

a) Tratamiento cubierto:

$$\text{Rugosidad Relativa} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ PP}^2 - 7 \cdot 10^{-4} \text{ PP} + 1 \quad (R^2=0,63)$$

b) Tratamiento descubierto:

$$\text{Rugosidad Relativa} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ PP}^2 - 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ PP} + 1 \quad (R^2=0,83)$$

Siendo PP la precipitación acumulada (mm)

A pesar de no estar empleándose la misma técnica de cálculo de la rugosidad superficial que utiliza el modelo WEPP, las ecuaciones que describieron los cambios en la rugosidad relativa por efecto de las lluvias, presentaron dos diferencias respecto del mencionado modelo. La primera y más importante de ellas, radicó en demostrar la influencia de la cobertura superficial y por ende de la energía cinética de las lluvias, en los resultados obtenidos, elemento que no se tuvo en cuenta en el modelo WEPP. La segunda diferencia consistió en que nuestras ecuaciones presentaron ajustes de tipo polinómico de segundo grado mientras que las del modelo WEPP correspondieron al tipo exponencial. La desventaja del empleo de ecuaciones de tipo polinómico radica en que su uso debe restringirse al intervalo de mediciones en que fueron ajustadas, ya que las extrapolaciones pueden resultar físicamente inconsistentes.

Estos resultados y otros obtenidos con anterioridad (Chagas 1995, Chagas, Stefanich 1998), prueban que para los suelos estudiados, es necesario desarrollar ecuaciones ajustadas localmente que a su vez consideren tanto la estabilidad estructural como la energía cinética incidente, a la hora de predecir los cambios que se producirían en la rugosidad superficial edáfica por acción de la lluvia natural. Estos elementos tendrían efectos significativos sobre el comportamiento hidrológico tanto a nivel de parche (Chagas 1995) como a nivel de microcuenca (Chagas *et al.* 2000) y deberían ser tenidos en cuenta en el diseño de estrategias de manejo sostenible de las tierras.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado con el proyecto UBACYT G058.

REFERENCIAS

- Allmaras RR, Burwell RE, Larson WE, Holt RF, 1966. Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. USDA Cons. Res. Rep. 7, 22 pp.
- Chagas, 1991. Efectos de la rugosidad superficial y el nivel de degradación física sobre la dinámica hídrica y la erosión entre surcos en un Argiudol, Tesis de Magister Scientiae. Escuela de Graduados de la Facultad de Agronomía UBA, programa Ciencia del Suelo.
- Chagas C I, 1995. Efectos de la rugosidad superficial, el tamaño de agregados y la estabilidad estructural sobre la erosión entre surcos en un Argiudol. *Ciencia del Suelo* 13: 85-90.
- Chagas C I, Grottola MC, 1994. Erosión entre surcos y estabilidad estructural en un Argiudol típico. *Ciencia del Suelo* 12: 35-38.
- Chagas C I, Stefanich M, 1998. Cambios en la rugosidad superficial de un suelo provocados por lluvia natural. *Ciencia del Suelo* 16: 7-10.
- Chagas C I, Santanatoglia O J, Massobrio M J, Castiglioni M G, Buján A, Yañez, M, 2000. La energía cinética de las lluvias como condicionante de los pulsos de escurrimiento en una microcuenca de Pampa Ondulada. *Avances en Ingeniería Agrícola*. 1998-2000. Editorial Facultad de Agronomía. ISBN 950-29-0593-8. Pag 207-213.
- INTA 1973. Carta de Suelos de la República Argentina. Hoja 3360-33 Pérez Millán, escala 1:50.000, 45 pp.
- Kamphorst E C, Jetten V, Guerif J, Pitkanen J, Iversen B V, Douglas J T, Paz A, 2000. Predicting depression storage from soil surface roughness. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64: 1749-1758.
- Lane L F, Nearing M A (Ed.), 1989. USDA-WEPP. Hillslope profile model documentation. NSERL Report N 2. USDA-ARS. West Lafayette, Indiana, USA.
- Onstad C A, 1984. Depression storage on tilled surfaces. *Trans. ASAE* 27:729-732.
- Snedecor G W, Cochran W G, 1980. *Statistical Methods*. 7 ed. Iowa State University Press.
- Zobeck T M, Onstad C A, 1987. Tillage and rainfall effects on random roughness: a review. *Soil Till. Res.* 9: 1-20.