

INFLUENCIA DEL LABOREO CONVENCIONAL SOBRE LA RUGOSIDAD ALEATORIA DEL SUELO

E. VIDAL VÁZQUEZ, M.M. TABOADA CASTRO

Facultad de Ciencias. Universidade da Coruña. Campus de A Zapateira s/n 15071 A Coruña.
E-mail: evidal@udc.es

Abstract. In this work, microrelief results measured in 66 plots, ca. 1.80 m² in area, are presented. Data were obtained in each surface by a pinmeter, over a 20 x 20 mm regular grid. Data sets included both, different tillage conditions (mouldboard plough, harrow and recent tilled surfaces) and soil surface degradation state as induced by natural rain effect, ranging from initial to sedimentary. The random roughness index, RR, was calculated for different conditions. When only the slope effect was removed RR values were in the range between 10.08 mm and 50.99 mm, whereas when slope plus tillage features were removed, these range was between 7.42 mm and 38.55 mm. Surfaces prepared by mouldboard ploughing present a significantly higher roughness values than all of other surfaces.

Key Words: microrelief, soil tillage, pinmeter, random roughness

Resumen. En este trabajo se presentan los resultados de 66 medidas de microrrelieve efectuadas en superficies de 1,8 m². Los datos se obtuvieron mediante un rugosímetro de agujas utilizando una red de 20 x 20 mm. Las medidas incluyen diferentes tipos de laboreo (arado, gradeado y superficies cultivadas) y de sucesivos estadios de degradación de la superficie del suelo por efecto de la precipitación, desde el inicial al sedimentario. Se calculó el índice rugosidad aleatoria, RR, de las 66 series de datos para distintas condiciones. Después de eliminar la pendiente de la parcela los valores de RR oscilaron entre 10,08 y 50,99 mm, mientras que al retirar el efecto de la pendiente y del laboreo el rango de oscilación varió desde 7,42 mm hasta 38,55 mm. La rugosidad de las superficies aradas presenta valores significativamente más elevados que la de las restantes superficies.

Palabras Clave: microrrelieve, laboreo, rugosímetro, rugosidad aleatoria

INTRODUCCIÓN

La erosión hídrica del suelo y la escorrentía asociadas a actividades agrícolas constituyen un importante problema medioambiental que puede llevar asociado la pérdida de suelo fértil además del lavado de nutrientes y pesticidas. El efecto del impacto de las gotas de lluvia sobre la superficie del suelo provoca una disminución progresiva del microrrelieve

al tiempo que las capas más superficiales se compactan y se reduce el tamaño medio de los poros, pudiendo llegar a formarse una costra. Entre los factores que controlan la evolución del microrrelieve destacan la energía cinética de la precipitación, la estabilidad de los agregados, el contenido en materia orgánica y la intensidad de infiltración (Ullah y Dickinson, 1979a,b; Onstad, 1984; Zobeck y Onstad, 1987; Lado Liñares, 1999).

El clásico índice rugosidad aleatoria (RR) junto a otros índices estadísticos y geoestadísticos se ha usado para el estudio de las modificaciones que sufre el microrrelieve a lo largo del tiempo, lo que a veces se muestra como una herramienta útil para describir los fenómenos de escorrentía que se producen a escala de parcela (Vidal Vázquez, 2002). Además, los índices de microrrelieve se usan para predecir el almacenamiento temporal de agua en microdepresiones (Kamphorst *et al.*, 2000).

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente trabajo se realizaron un total de 66 medidas de rugosidad superficial en un total de siete parcelas localizadas en dos lugares diferentes: la parroquia de Liñares (Culleredo–A Coruña) y el Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo (Abegondo–A Coruña). Los suelos estudiados poseen una textura relativamente homogénea, perteneciendo a las clases franca y franco-limosa (Vidal Vázquez, 2002). De acuerdo con la FAO (1977) se clasifican como Umbrisoles cámbicos. Las experiencias se realizaron cubriendo distintos tipos de laboreo y de evolución de la superficie del suelo.

Atendiendo al tipo de laboreo, en el conjunto de las 66 superficies estudiadas puede distinguirse entre laboreo primario y superficies cultivadas tras la preparación de un lecho de siembra por métodos convencionales.

El laboreo primario incluye superficies preparadas mediante una sola operación (arado de vertedera) o bien mediante dos operaciones sucesivas (arado de vertedera y gradeado). La profundidad del arado de vertedera fue de 40 cm. La grada usada fue una grada de disco cuya profundidad de trabajo es de 15 cm.

En las superficies cultivadas, previamente a la preparación del lecho de siembra se llevaron a cabo las siguientes labores: arado

con vertedera + gradeado + fresado. La siembra propiamente dicha se efectuó de acuerdo con las siguientes modalidades: en surcos de aproximadamente 20 cm, en hileras con cerca de 10 cm de altura y en superficies más lisas cuyo único motivo irregular era la presencia de surquillos de uno a tres centímetros. Las superficies cultivadas poseían distinto grado de evolución, desde microrrelieves iniciales constituidos por lechos de siembra de maíz y trigo hasta otros muy evolucionados tras la recolección del cultivo de maíz. El periodo de estudio comprendió desde diciembre de 1998 hasta septiembre de 1999. Para la obtención de los datos de altura de la superficie del suelo se empleó un rugosímetro de agujas y una técnica fotogramétrica. La red de muestreo utilizada fue de 134 x 134 cm con un paso de medida de 2 cm (Vidal Vázquez *et al.*, 2001).

Previo al cálculo de la rugosidad aleatoria se eliminó de los datos la componente de altura debida a la pendiente (rugosidad orientada) para separarla de la componente aleatoria de la rugosidad que es la utilizada habitualmente para caracterizar el microrrelieve. Para ello se ajustó a los datos originales una superficie lineal utilizando el método de mínimos cuadrados. Posteriormente se filtró el efecto de la pendiente y el laboreo (Currence y Lovely, 1970; Vidal Vázquez, 2002).

El índice rugosidad aleatoria, RR, (Allmaras *et al.*, 1966) fue calculado como la desviación estándar de los datos de altura de acuerdo con la siguiente expresión:

$$RR = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Z_i - \bar{Z})^2}{n}}$$

donde: Z_i = altura en cada punto; \bar{Z} = media de las alturas; N = número de puntos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las 66 superficies microtopográficas de las parcelas de Liñares y Mabegondo se reagruparon en tres tipos de laboreo diferentes: arado (33), gradeado (11) y superficies cultivadas (22); dentro de estas últimas se efectuaron medidas bajo una amplia gama de condiciones que incluyen tanto lechos de siembra de maíz y trigo, es decir, superficies iniciales, como estadios posteriores a la recolección de maíz, es decir, superficies que evolucionaron durante varios meses.

En la tabla 1 se presenta un resumen estadístico de los valores de rugosidad orientada y aleatoria considerando la componente debida al laboreo, DE_p , y de la rugosidad aleatoria, RR, por tratamientos. En la figura 1 se observa la representación gráfica de los mismos.

Los valores medios de rugosidad aleatoria, RR, se cifran en 24,58 mm para las superficies aradas, 12,04 mm para las superficies cultivadas y 9,77 para las gradeadas, pudiendo apreciarse también que la desviación estándar es más importante en el grupo de las superficies aradas con vertedera en relación con los dos tratamientos restantes. Estos resultados concuerdan con el gráfico de la figura 1 donde se observa claramente que los

valores de rugosidad aleatoria, RR, y rugosidad orientada debida al laboreo, DE_p , del conjunto de superficies aradas difieren de los obtenidos para los restantes tratamientos.

Los valores medios de rugosidad aleatoria, RR, y rugosidad orientada debida al laboreo, DE_p , se ordenan de acuerdo con la secuencia: arado de vertedera > superficies cultivadas > gradeado (Fig. 1).

Para caracterizar el grado de semejanza o diferencia de los valores medios de cada uno de los tratamientos, se llevó a cabo el test de Duncan. De acuerdo con los resultados de este ensayo estadístico, el valor medio de rugosidad aleatoria, RR, de las 33 superficies aradas con vertedera difiere significativamente ($p > 0,95$) del valor medio de las 33 superficies restantes, incluyendo en el mismo grupo las gradeadas y las cultivadas. Para este nivel de probabilidad se obtiene que al comparar los valores medios de rugosidad aleatoria, RR, de las superficies aradas con vertedera y gradeadas o aradas con vertedera y cultivadas también se aprecian diferencias significativas. Por el contrario, el valor medio de rugosidad aleatoria, RR, de las 11 superficies gradeadas y las 22 superficies cultivadas no difieren significativamente entre sí para el nivel de probabilidad considerado.

TABLA 1: Resumen estadístico de la desviación estándar calculada tras retirar el efecto de la pendiente (DE_p) y tras retirar simultáneamente el efecto de la pendiente y el laboreo (RR).

Tipo de laboreo	DE_p (mm)				RR (mm)			
	media	desv est	máx	mín	media	desv est	máx	mín
arado	33,17	6,95	50,99	18,24	24,58	5,50	38,55	14,08
grade	14,13	3,92	22,44	10,08	9,77	2,23	13,63	7,42
superficies cultivadas	24,06	7,91	38,23	13,36	12,04	2,16	18,04	9,06

CONCLUSIONES

Los valores medios de rugosidad orientada debida al laboreo (DE_p) y rugosidad aleatoria (RR) del conjunto de 33 superficies en

las que se llevó a cabo laboreo primario con arado de vertedera difieren significativamente de los obtenidos para las 11 superficies gradeadas y las 22 superficies cultivadas; sin embargo no existen diferencias significativas

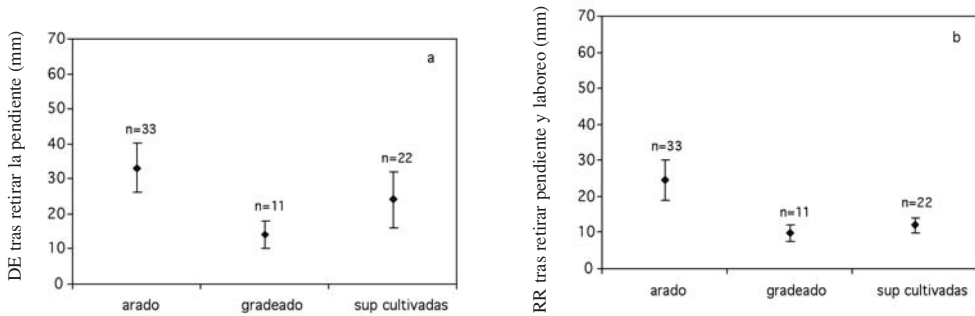


FIGURA 1: Valores medios de DE_p y RR en función del tipo de laboreo.

entre los valores medios de DE_p y RR de las superficies de cultivo y las superficies gradeadas.

Con frecuencia los valores de rugosidad aleatoria, RR, o de rugosidad orientada debida al laboreo, DE_p, incluso en el caso de tratamientos cuyas medias presenten diferencias estadísticamente significativas, tienden a solaparse unos con otros, hecho que limita el valor predictivo de estos índices y la posibilidad del uso de los mismos para discernir entre diferentes tratamientos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de los proyectos REN2000-0445-C02-01-HD del Programa Nacional de Recursos Hídricos y PGIDT01AGR10302PR de la Xunta de Galicia.

REFERENCIAS

- Allmaras, R.R., Burwell, R.E., Larson, W.E., Holt, R.F. (1966): Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. *USA Conserv. Res. Rep.* 7, 1-14.
- Currence, H.D., Lovely, W.G. (1970): The analysis of soil surface roughness. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 14, 710-714.
- FAO (1977): Guía para la descripción de perfiles de suelos. FAO, Roma. 70 pp.
- Kamphorst, E.C., Jetten, V., Guérif, J., Pitkänen, 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.
- Lado Liñares, M. (1999): Cuantificación de la rugosidad orientada y aleatoria mediante índices y su relación con la degradación del microrrelieve del suelo y el almacenamiento temporal de agua. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña. 265 pp.
- Onstad, C.A. (1984): Depression storage on tilled soil surfaces. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.* 27, 729-732.
- Ullah, W., Dickinson, W.T. (1979a): Quantitative description of depression storage using digital surface model: I. Determination of depression storage. *J. of Hidrology* 42, 63-75.
- Ullah, W., Dickinson, W.T. (1979b): Quantitative description of depression storage using digital surface model: II. Characteristics of surface depressions. *J. of Hidrology* 42, 77-90.
- Vidal Vázquez, E. (2002): Influencia de la precipitación y el laboreo en la rugosidad del suelo y la retención de agua en microdepressiones. Tesis Doctoral. Universidade da Coruña. 430 pp.

- Vidal Vázquez, E., Taboada Castro, M.M., Paz González, A. (2001): Medidas de microrrelieve e índices de rugosidad: resultados de la campaña 1998-1999. En: Paz González, A. y Taboada Castro, M.T. (editores). *Avances sobre el estudio de la erosión hídrica II*. Colección Cursos, Congresos y Simposios – Universidade da Coruña. pp. 75-98.
- Zobeck, Ted M., Onstad, C.A. (1987): Tillage and rainfall effects on random roughness: a review. *Soil Tillage Res.* 9, 1-20.

