

[EROSIÓN DEL SUELO]

Efecto de la cobertura de residuos de maíz

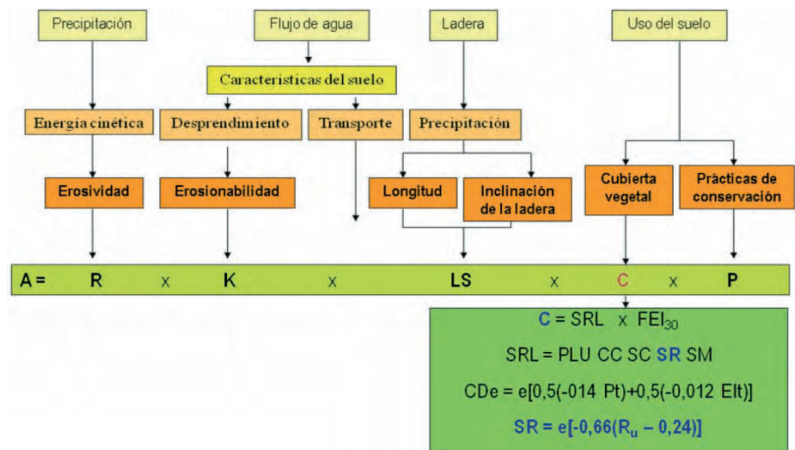
A. I. Roca Fernández

Centro de Investigaciones Agrarias de Mabegondo. INGACAL. Xunta de Galicia

La erosión es un proceso que tiene lugar de forma espontánea en la naturaleza, si bien su intensidad varía de unos escenarios a otros. Las lluvias, la topografía, las características físico-químicas del suelo, el uso y manejo, y las prácticas o ausencia de conservación del suelo, determinan la erosión del mismo. El desarrollar y aplicar métodos y técnicas, como la RUSLE, para evaluar las tasas de pérdida de suelo y la habilidad para predecir cómo los procesos erosivos afectan a la fertilidad y degradan la productividad del suelo, es fundamental para los programas de conservación.

Figura 1:

Componentes de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE)



La erosión del suelo es una crisis silenciosa que se desarrolla de manera imperceptible y que socava la seguridad económica de muchos países, especialmente de los subdesarrollados. Desde hace siete décadas, a la erosión se la considera entre los más importantes problemas ambientales, por las serias consecuencias que acarrea al causar substanciales pérdidas en las tierras agrícolas, forestales y de pastoreo por reducción de su fertilidad y productividad. Un suelo con cubierta vegetal de residuos de maíz queda protegido de la acción directa de la lluvia.

Estimación de la erosión: Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE)

El proceso de erosión hídrica sobre la superficie del suelo desnudo por efecto de la lluvia simulada, integra fundamentalmente cuatro subprocesos (Martínez, 2003):

1. Disgregación de los elementos estructurales del suelo debido al impacto de la gota de lluvia.

2. Transporte de las partículas del suelo por acción de la salpicadura.
3. Disgregación de los elementos estructurales del suelo por acción del flujo superficial o escorrentía.
4. Transporte de los sólidos en suspensión por efecto de la escorrentía superficial.

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE) es un modelo paramétrico, para predecir la erosión potencial del suelo por efecto de la lluvia simulada, y su bondad depende del rigor con que los cinco multiplicandos que componen la ecuación reproduzcan las condiciones del medio. Sus parámetros no tienen realidad física; se trata de una formulación empírica que pretende interpretar los mecanismos erosivos por sus causas y efectos (Wischmeier y Smith, 1978). La evaluación de los parámetros es exclusivamente experimental, por lo que se limita su extrapolación a condiciones ambientales diferentes; además, sólo evalúa la pérdida de suelo producida por la erosión hídrica por arroyada superficial, en regueros y barran-

cos. El modelo tampoco estima el transporte de sedimentos a través de la red fluvial ni la erosión producida en ésta (Almorox *et al.*, 1994).

Los factores que determinan la tasa media de pérdida de suelo (A) según la RUSLE (**Figura 1**), son los siguientes: Factor R. Erosividad de la lluvia, Factor K. Erosionabilidad del suelo, Factor LS. Factor Topográfico, Factor C. Cubierta Vegetal y Factor P. Prácticas de Conservación

[Establecimiento de una cubierta vegetal

Para disminuir o eliminar el efecto del impacto de la gota de lluvia sobre la superficie del suelo, la única medida eficaz es su protección. Ello se puede conseguir con la utilización de materiales más o menos inertes o con el establecimiento de una cubierta vegetal. En cultivos anuales el mantenimiento permanente de los restos de la cosecha anterior, no solo permite una protección eficaz del suelo frente a la lluvia, sino que también eleva apreciablemente la fertilidad del mismo. Esto es lo que se consigue con la aplicación de la siembra directa.

El almacenamiento en el microrrelieve es usado en los estudios de conservación de suelos y aguas ya que eligiendo un tipo de laboreo con adición de residuos vegetales (por ejemplo, de maíz) que origine superficies rugosas y gran almacenamiento en superficie se incrementa la infiltración del suelo, se reduce la escorrentía superficial y se controla la erosión hídrica. El método más utilizado para evaluar el agua rete-

A destacar de la RUSLE

- Es un modelo paramétrico para predecir la erosión potencial del suelo por efecto de la lluvia simulada
- Sus parámetros no tienen realidad física. Es una formulación empírica que pretende interpretar los mecanismos erosivos por sus causas y efectos.
- La evaluación de los parámetros es exclusivamente experimental
- Sólo evalúa la pérdida de suelo producida por la erosión hídrica por arroyada superficial, en regueros y barrancos

nida en las microdepressiones del suelo es la caracterización indirecta a partir de parámetros como la rugosidad superficial del suelo (Onstad, 1984).

En situaciones de topografía accidentadas existen dos factores que inciden en el proceso erosivo, el gradiente y la longitud de la pendiente, siendo la erosión mayor a medida que estos factores aumentan. Se actúa sobre ellos cuando se construyen terrazas o bancales, siendo medidas muy efectivas para disminuir y/o controlar la erosión, pero suponen, al mismo tiempo, movimientos importantes de tierra lo que lleva consigo alteraciones en el perfil del suelo y costos elevados, que tan solo se amortizan bien en cultivos muy rentables (Porta *et al.*, 2003).

Se puede mantener la inclinación de la pendiente y disminuir su longitud, dividiéndola por tramos. Esto es lo que se pretende con la utilización de las cubiertas vegetales que se establecen alternando franjas de vegetación con otras sin ella. La disminución de la longitud de la pendiente permite controlar la velocidad del flujo de la escorrentía permitiendo solo pequeños transportes de sólidos en los tramos sin protección y disminuyendo significativamente los arrastres y la escorrentía en el conjunto de la parcela (López, 2003).

Las hipótesis de trabajo que se establecieron fueron las siguientes: 1. La rugosidad superficial disminuye con el aumento de la erosividad de las lluvias y 2. El residuo vegetal preserva la rugosidad superficial del suelo.

[Aplicación de diferentes dosis de residuo de maíz e Índice de Cobertura Vegetal

Área de estudio

Durante los meses de mayo a julio de 2005 se llevó a cabo un ensayo de campo en cinco parcelas experimentales, de 1 m² de área y pendiente del 12 %, localizadas en el municipio de Oleiros a 10 km de la ciudad de A Coruña. Se utilizó, para ello, un simulador de lluvia artificial de 2,5 m de longitud con una boquilla fija y la intensidad de la lluvia aplicada en las 8 simulaciones realizadas fue de unos 65 mm h⁻¹ con una distribución uniforme. (**Foto 1**).



Foto 1. Distribución de las parcelas en el área de estudio y aplicación de un simulador de lluvia artificial



Foto 2. Parcelas experimentales con diferente dosis de residuo de maíz e índice de cobertura vegetal

Tabla 1:
Rugosidad aleatoria (RR), coeficiente de decaimiento (CDe) y rugosidad superficial del suelo (SR)

| RR | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 | Parcela 5 |
|----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Inicial | 24,6 | 15,7 | 18,2 | 18,1 | 15,3 |
| Primera lluvia | 17,2 | 12,0 | 16,0 | 14,7 | 13,7 |
| Final | 14,3 | 10,2 | 12,8 | 12,3 | 11,3 |
| CDe | 0,00094 | 0,00071 | 0,00063 | 0,00058 | 0,00058 |
| SR | 1,000 | 0,327 | 0,072 | 0,010 | 0,017 |

Tratamientos

Antes del comienzo del ensayo se realizó una preparación mecánica del suelo con el fin de uniformizar al máximo la superficie de medida y eliminar las posibles piedras que en ella se pudieran encontrar.

Se aplicaron diferentes dosis de residuo de maíz, cortado en trozos de dimensiones prácticamente similares. De tal forma que, la parcela 1 fue utilizada como control (0 t ha⁻¹ de residuo de maíz e índice de cobertura vegetal del 0%), la parcela 2 (2 t ha⁻¹ de residuo de maíz e índice de cobertura vegetal del 25%), la parcela 3 (4 t ha⁻¹ de residuo de maíz e índice de cobertura vegetal del 53%), la parcela 4 (6 t ha⁻¹ de residuo de maíz e índice de cobertura vegetal del 65%) y, por último, la parcela 5 (8 t ha⁻¹ de residuo de maíz e índice de cobertura vegetal del 85%). (Foto 2).

Los objetivos que se plantearon a la hora de realizar este estudio fue-

ron los siguientes: 1. Cuantificar la rugosidad superficial del suelo y 2. Determinar el coeficiente de decaimiento y el factor rugosidad.

Toma de muestras

Una vez iniciado el proceso de escorrentía superficial se recogió el volumen de partículas sólidas del suelo arrastradas por el flujo de agua en una probeta de 1 litro. Para la determinación de la tasa de pérdida de suelo y de nutrientes se recogieron las muestras cada 5 min en botes de 273 cm³ y en botellas de 500 cm³, respectivamente. (Foto 3).

[Análisis de resultados

Rugosidad y coeficiente de decaimiento

Los materiales geológicos predominantes en el área de estudio fueron los esquistos de la serie del Complejo de Órdenes. El suelo se clasificó co-

mo Inceptisol (FAO, 1998) con un contenido en arena gruesa del 12 %, arena fina del 24 %, limo grueso del 15 %, limo fino del 22 % y arcilla del 27 % y, un contenido en carbono orgánico del 2,62 %.

En la **Tabla 1** se observa como la rugosidad aleatoria del suelo (RR) disminuyó en todas las parcelas a estudio de forma progresiva desde el inicio del ensayo hasta el final del mismo, resultando este parámetro más bajo al final de la octava simulación de lluvia que tras la primera. La RR experimentó también un descenso mayor en las parcelas sin residuo o con dosis bajas de residuo que en aquellas otras parcelas con dosis elevadas de residuo de maíz.

El coeficiente de decaimiento (CDe) presentó un valor más bajo en parcelas con 6 y 8 t ha⁻¹ que en parcelas con menores dosis de residuo de maíz. El factor rugosidad superficial del suelo (SR) determinado por el modelo RUSLE tomó el valor de 1 para la condición sin residuo y disminuyó progresivamente en las otras dosis de residuo vegetal, a excepción de la parcela con 8 t ha⁻¹ que presentó un valor superior al que presentaba la parcela con 6 t ha⁻¹.

Se observó además que existió una relación lineal muy significativa entre SR y CDe, tras aplicar el modelo RUSLE. De ahí que, al aumentar la rugosidad superficial del suelo aumenté el coeficiente de decaimiento y esto se vio que se encontraba relacionado con un descenso en el porcentaje de cobertura vegetal del suelo por residuos de maíz.

Cobertura de suelo y almacenamiento de agua

Para la relación existente entre la cobertura del suelo y el volumen de agua que va a ser almacenada en la superficie del suelo se observó que al aumentar la cobertura del suelo por la vegetación aumentaba también el volumen de agua almacenada sobre la superficie del mismo y que no va a sufrir escorrentía superficial sino que va a quedar retenida en las microdepresiones del terreno pudiendo después ser infiltrada poco a poco por el suelo.

En la **Tabla 2** se presentan los resultados correspondientes a las tasas medias de pérdida de suelo y de agua

AHORA SAME MÁS CERCA QUE NUNCA

hasta final de año

EXPLORER³ 85 DT

25.400 € + IVA

- Cabina Calefacción
- Cambio 20+20 con superreductor
- Neumático 16.9 R34



TIGER 70 DT

16.200 € + IVA

(Neumático 14.9 R28)



SOLARIS 55

14.500 € + IVA



EXPLORER³ 110 GS DT

34.900 € + IVA

- Cabina Aire Acondicionado
- Inversor hidráulico con regulación de intensidad
- Cambio 40+40 con Hi-Lo electrohidráulico
- Freno hidráulico de remolque
- 6 vías hidráulicas
- Neumático 18.4 R34
- Regulación electrónica del motor



Consulte nuestras condiciones excepcionales de financiación

IVA y transporte no incluidos. Promoción válida en los concesionarios adheridos a dicha campaña. Precios según tarifa vigente 2009. Validez hasta el 31/12/2009 o hasta fin de existencias. Same Deutz-Fahr Ibérica, S.A. se reserva el derecho de modificar precios, equipamientos y condiciones sin notificación previa durante el periodo que dure la oferta de éste y otros posibles modelos. Los modelos ofertados pueden no coincidir con las imágenes y equipamientos mostrados.

AHORA SAME MÁS CERCA

NUEVO SERVICIO DE ATENCIÓN AL CLIENTE

901 345 345.

direccion@sdfgroup.es • www.same-tractors.com • Fax: 91 661 42 90

Tabla 2:

Tasa media de pérdida de suelo y de nutrientes en las parcelas con diferente dosis de residuo de maíz

| RR | Parcela 1 | Parcela 2 | Parcela 3 | Parcela 4 | Parcela 5 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Suelo (kg ha ⁻¹ h ⁻¹) | 1.919 | 628 | 138 | 19 | 33 |
| Agua (%Ch) | 41,7 | 22,2 | 9,1 | 2,8 | 1,2 |

por escorrentía superficial, pudiéndose observar que ambos parámetros resultaron mayores en la parcela sin residuo vegetal y en aquellas que poseían dosis bajas de residuo y bajo porcentaje de cobertura vegetal, parcelas 2 y 3, al compararlo con las parcelas que presentaban dosis elevadas y alto porcentaje de cobertura vegetal, parcelas 4 y 5.

Este hecho resulta lógico si se tiene en cuenta que la cubierta vegetal del suelo lo que hace es proporcionarle al mismo protección frente al impacto de las gotas de lluvia y un aumento de la rugosidad superficial del suelo. Por lo tanto, la parcela con 0 t ha⁻¹ de residuo es la que sufre más el impacto de las gotas de lluvia puesto que el suelo se encuentra desnudo sin protección alguna por lo que las pérdidas de agua y de suelo que experimenta son entre dos y tres veces superiores a las de las parcelas con 2 t ha⁻¹ de residuo. A destacar se encuentra la parcela 5, con 8 t ha⁻¹, puesto que las pérdidas de suelo resultan superiores a las estimadas en la parcela 4, con 6 t ha⁻¹, a pesar de ser las pérdidas de agua menores con 8 t ha⁻¹ de residuo de maíz que con 6 t ha⁻¹.

Pérdidas de agua

Para la relación existente entre la tasa media de pérdida de agua y de suelo con la cobertura vegetal del mismo se obtienen dos curvas exponenciales decrecientes. De manera que, a medida que aumenta la cober-

tura vegetal del suelo debido a la incorporación del residuo de maíz se puede ver cómo disminuyen exponencialmente las pérdidas de agua y de suelo por escorrentía superficial debido a un incremento en la rugosidad superficial del suelo que impide que el agua fluya libremente y a un aumento de la capacidad de infiltración del mismo.

Se aprecia, a mayores, que existe una cierta tendencia a estabilizarse la densidad del suelo en función del volumen de lluvia precipitada. De forma que, al principio con poca cantidad de agua sobre el suelo se observa que la densidad del suelo aumenta a medida que aumenta la cantidad de lluvia hasta que llega un momento en que esta curva tiende a hacerse asintótica y, por mucho que aumente más el volumen de agua caída sobre el suelo la densidad del mismo no experimenta cambio alguno, puesto que ya se ha alcanzado el límite crítico por encima del cual la densidad del suelo ya no aumenta más por mucho que aumente la lluvia.

Conclusiones

La aplicación al suelo de residuos de maíz es una forma eficaz para prevenir la erosión del suelo. Resulta necesario reestablecer la cubierta vegetal del suelo en aquellas áreas, erosionadas o susceptibles de estarlo, como una de las mejores medidas que se pueden desarrollar para la conservación del suelo, dado que éste es un recurso natural que conviene preservar

para las generaciones futuras y para un desarrollo sostenible del ecosistema terrestre.

Bibliografía

Almorox, J.; de Antonio, R.; Saa, A.; Cruz Díaz, M^a.; Gascó, J. M^a. (1994). Métodos de estimación de la erosión hídrica. Editorial Agrícola Española. Madrid. 152 pp.

FAO. (1998). World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports. N. 84. Rome. 88 pp.

López Bermúdez, F. (2003). Erosionando la erosión. Herramientas para evaluar la pérdida de suelo. En: Bienes, R. y Martínez Raya, A. (2003). Evaluación y control de la erosión hídrica en suelos agrícolas en pendiente, en clima mediterráneo. En: Bienes, R. y Marqués, M. J. (Eds.). Perspectivas de la Degradación del Suelo. I Simposio Nacional CEDS. Madrid. 109-122 pp.

Marqués, M. J. (Eds.). Perspectivas de la Degradación del Suelo. I Simposio Nacional CEDS. Madrid. 93-108 pp.

Moreno Caselles, J.; Moral Herro, R.; Pérez Murcia, M. D. y Pérez Espinosa, A. (2000). Fundamentos de Edafología y Climatología. Editor Universidad Miguel Hernández. España. 395 pp.

Onstad, C. A. (1984). Depressional storage on tilled soil surfaces. Transactions of the A. S.A.E., 27: 729-732 pp.

Porta Casanellas, J.; López-Acevedo Reguerín, M. y Roquero de Laburu, C. (2003). Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3^a Edición. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 929 pp.

Wischmeier, W. H. y Smith, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses. USDA Agr. Res. Serv. Handbook, 537. 58 pp. •



Foto 3. Recogida de muestras: (a) probeta de 1 litro, (b) bote de 273 cm³ y (c) botella de 500 cm³