

INFILTRACION EN UN ARGJUDOL VERTICO BAJO SIEMBRA DIRECTA EN CONDICIONES VARIABLES DE COBERTURA HUMEDAD INICIAL

DE LA VEGA¹ G, CASTIGLIONI¹ MG, MASSOBRIO¹ MJ, CHAGAS¹ CI, SANTANATOGLIA¹ OJ, IRURTIA² C.

¹ Catedra de Manejo y Conservación de Suelos. Fac. de Agronomía. UBA. Av. San Martín 4453 (1417). Buenos Aires, Argentina. Email: castigli@mail.agro.uba.ar

² INTA Castelar. Instituto de Suelos.

Recibido 4 de abril de 2004, aceptado 9 de junio de 2004

WATER INFILTRATION IN A VERTIC ARGJUDOL UNDER NO TILLAGE VARIABLE SOIL COVER AND INITIAL SOIL WATER CONTENTS

Recently no tillage became widespread in the Rolling Pampa. The objective of the present work was to study the effect of this tillage system on the superficial hydrologic soil response under contrasting surface cover conditions and soil water contents. Field experiments employing simulated rainfall on a Vertic Argiudoll under no tillage were carried out. The treatments consisted in: a) soils covered with living plants or residue and b) bare soils. The following parameters were considered: runoff rate, sediment yield, surface cover condition, bulk density, aggregate stability and initial soil water content. A tri-linear regression model was significantly fitted between cumulative rainfall and runoff rate for every simulation event. The obtained parameters were: initial infiltration rate, final infiltration rate, slope of infiltration rate fast decline stage, duration of initial infiltration stage and duration of infiltration rate fast decline stage. The duration of the initial infiltration stage was affected by the soil surface cover condition and also by soil water content. Runoff began when the cumulative rain was 24,1 mm for the covered soils and when it was 11.6 mm for bare soils. The duration of the infiltration rate fast decline stage did not change between treatments. Final infiltration rate was affected by soil surface condition (20.08 mm h⁻¹ for covered soils and 10.63 mm h⁻¹ for bare soils) but it did not depend on initial soil water content. Also, a significant difference in sediment yield between treatments was observed (536,6 mg l⁻¹ for covered soils and 1983,8 mg l⁻¹ for bare soils). The infiltration process partition into three stages was adequate to determine the relative importance of each of the evaluated factors.

Key words: infiltration rate, soil cover, soil water content, no tillage, sediments.

INTRODUCCION

La incidencia de siembra directa sobre la capacidad de infiltración del suelo y la resultante generación de escurrimientos ha sido poco estudiada.

Blevins *et al.* (1990) observaron una disminución en el agua escurrida bajo siembra directa respecto a otros sistemas de labranza, mientras que Marelli (2001) señala lo contrario al analizar el comportamiento de un Argiudol del sudeste de Córdoba. Morrás *et al.* (2000) no identificaron diferencias en la tasa de infiltración de un Argiudol del sur de Santa Fe, al comparar el efecto de la labranza convencional con el de la siembra directa.

Los objetivos del presente estudio fueron:

- 1) Describir la relación lluvia/velocidad de infiltración en un Argiudol Vértico de la

Pampa Ondulada bajo el sistema de siembra directa, mediante una función que permita estimar los atributos centrales de dicha dinámica.

- 2) Determinar el efecto de la cobertura vegetal y la humedad inicial sobre la dinámica de infiltración en un Argiudol Vértico de Pampa Ondulada, bajo el sistema de siembra directa.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se desarrolló en un lote perteneciente al establecimiento Los Patricios, ubicado en la localidad de San Pedro, provincia de Buenos Aires (Chagas *et al.* 1993). El suelo sobre el que se trabajó corresponde a la serie Ramallo (Argiudol Vértico), que posee una textura franco arcillo limosa en su horizonte superficial y un contenido de materia orgánica de 3.84%. La posición en el relieve donde se realizaron las determinaciones

fue en media loma, con una pendiente media del 1.5%.

Durante los últimos años, el uso de la tierra en dicho lote ha sido fundamentalmente agrícola, siendo la soja el cultivo más frecuente. El sistema de labranza utilizado hasta 1999 fue la labranza convencional mientras que a partir de ese año se realiza siembra directa continua.

El experimento consistió en un diseño completamente aleatorizado con dos tratamientos y cinco repeticiones (Tabla 1): siembra directa con cobertura (tratamiento 1) y siembra directa sin cobertura (tratamiento 2). Para llegar a esta última condición se retiró, sin disturbar el suelo, todo el rastrojo superficial, y en el caso de haber plantas vivas se las cortó al ras del suelo. Las unidades experimentales consistieron en microparcels cuadradas de 25 cm de lado, donde se midió, utilizando un simulador de lluvia (Irrutia, Mon 1994): tasa de escurrimiento y pérdida de sedimentos, repitiéndose las mediciones en el tiempo según la cronología descrita en la Tabla 1. En todos los casos la lluvia aplicada fue de una intensidad promedio de 60 mm h⁻¹ durante una hora y una energía igual a 15 kJ m⁻² m⁻¹, realizando mediciones de escurrimiento cada 5 minutos y determinando la tasa de infiltración mediante la diferencia entre la lluvia aplicada y el escurrimiento medido.

En cada unidad experimental se midió el grado de cobertura superficial por el método de la línea transecta (Lafren *et al.* 1981), mientras que en sectores aledaños a cada parcela se tomaron muestras de los primeros 5 cm del suelo para determinar su

humedad, su densidad aparente (Black 1965), y su estabilidad estructural (De Leenheer, De Boodt, 1958). Esta última determinación contempla el cambio en el tamaño medio de tres fracciones de agregados (8 a 4.8 mm, 4.8 a 3 mm y 3 a 2 mm), luego que estos son sometidos a la energía proveniente del impacto de gotas de agua y su posterior tamizado bajo el agua.

Se ajustaron los datos de cada simulación a un modelo de regresión que describiera adecuadamente la relación velocidad de infiltración/lluvia acumulada y que permitiera estimar los parámetros que describen dicha relación. El efecto de los tratamientos y de las repeticiones sobre las distintas etapas de la relación velocidad de infiltración/lluvia acumulada se determinó a través de análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

El modelo de regresión tri-lineal fue, entre los analizados, el que brindó el mejor ajuste estadístico a los datos de infiltración obtenidos a campo (R^2 0,91-0,99; $P < 0.01$)

Estos resultados coinciden con lo hallado por Potter *et al.* (1995), quienes también describieron el proceso de infiltración en tres fases. De esta manera, al sectorizar dicho proceso, se obtuvieron los siguientes parámetros: tasa inicial de infiltración, tasa final de infiltración, duración del período de infiltración inicial, pendiente de declinación en la tasa de infiltración y duración de este último

Tabla 1. Fecha de realización, cultivo y su estado, tipo y porcentaje de cobertura de las unidades experimentales sobre las que se simuló lluvia.

Table 1. Rain simulation dates, crops and soil cover of experimental units.

Tratamiento	Fecha	Cultivo	Estado del cultivo	Cobertura vegetal (%)	Tipo de Cobertura
1	23/04/2001	Soja	Recién cosechado	100	Rastrojo de soja
			Cultivo en pie, etapa: llenado de grano	100	Plantas de trigo
	24/10/2001	Trigo	Cultivo en pie, etapa: llenado de grano	80	Plantas de trigo
			Cultivo en pie, etapa: grano maduro	100	Plantas de trigo
	26/12/2001	Trigo/Soja	Soja recién emergida sobre rastrojo de trigo.	100	Rastrojo de trigo
2	23/04/2001	Soja	Recién cosechado	0	Ninguna
			Cultivo en pie, etapa: llenado de grano	0	Ninguna
	24/10/2001	Trigo	Cultivo en pie, etapa: llenado de grano	0	Ninguna
			Cultivo en pie, etapa: grano maduro	0	Ninguna
	04/12/2001	Trigo	Soja recién emergida sobre rastrojo de trigo.	0	Ninguna

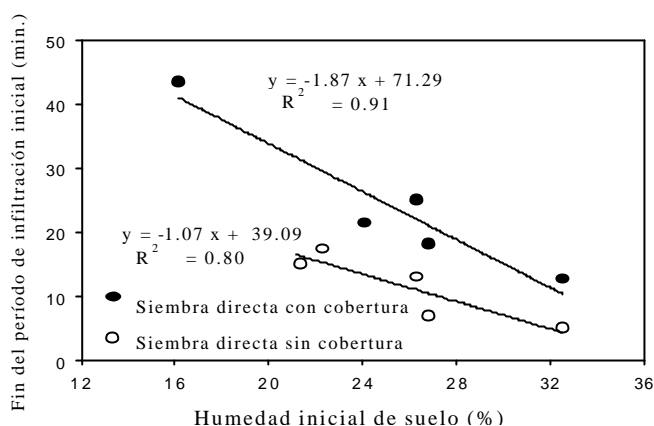


Figura 1. Relación entre la duración de la fase de infiltración inicial y la humedad inicial del suelo (0–5 cm) para cada tratamiento analizado.

Figure 1. Initial infiltration phase and the initial soil water duration of the content (0-5 cm.)

período.

En el presente trabajo la velocidad inicial de infiltración no fue diferente entre tratamientos y entre repeticiones ya que el agua infiltró a la misma velocidad que se aplicó. Sin embargo, la duración de esta fase de infiltración inicial fue diferente según tratamientos ($P < 0.05$), ya que en las parcelas cubiertas el escurrimiento comenzó luego de 24,1 mm de lluvia caída mientras que en las sin cobertura esto sucedió una vez caídos 11,6 mm. Potter *et al.* (1995) también encontraron, bajo el sistema de labranza siembra directa, efectos de la cobertura sobre la duración de esta fase.

La duración de esta fase inicial de infiltración también presentó diferencias significativas ($P < 0.10$) entre repeticiones, debido al diferente contenido de humedad inicial del suelo (Figura 1). Potter *et al.* (1995), trabajando con vertisoles de Estados Unidos, también encontraron efectos de la humedad inicial sobre la duración de la fase inicial de infiltración, independientemente de la cobertura de suelo utilizada.

La humedad inicial del suelo y su cobertura no influyeron en la duración de la fase de declinación rápida, mientras que la velocidad final de infiltración tampoco fue afectada por el contenido hídrico inicial de la superficie del suelo ni por su densidad aparente, pese a que esta última osciló entre 1,02 y 1,29 $Mg\ m^{-3}$.

El suelo cubierto tuvo una tasa final de infiltración de 20,08 $mm\ h^{-1}$, siendo esta mayor ($P < 0.05$) a la obtenida por el tratamiento

descubierto (10,63 $mm\ h^{-1}$).

El Argiudol Vértico sobre el que se trabajó presentó una alta estabilidad de agregados (media: 0.362 mm, coeficiente de variación: 5.5 %) debido a la menor remoción del suelo efectuada por el sistema de labranza implementado desde 1999. Sin embargo la estabilidad estructural alcanzada no fue suficiente para que el tratamiento sin cobertura llegara a tener la misma tasa de infiltración final que el suelo cubierto. En este sentido, Bradford y Huang (1994) trabajando con Argiudoles bajo siembra directa, demostraron que el manejo del rastrojo tenía un efecto mayor sobre la dinámica de infiltración respecto a la influencia ejercida por el manejo del suelo.

Las diferencias hasta ahora mencionadas resultaron en un distinto volumen de escurrimiento, lo cual se vio reflejado en un coeficiente de escurrimiento mayor ($P < 0.05$) en el suelo descubierto (0,34) respecto al cubierto (0,57).

La concentración de sedimentos en el agua escurrida del tratamiento sin cobertura (1983,8 $mg\ l^{-1}$) fue significativamente mayor ($P < 0.10$) a la registrada en el suelo cubierto (536,6 $mg\ l^{-1}$), correspondiendo estos valores a pérdidas de suelo medias de 7000 $kg\ ha^{-1}$ y de 1300 $kg\ ha^{-1}$, respectivamente. Esto sugiere que la eficiencia en el control de la erosión hídrica, de este sistema de labranza, ocurrirá siempre y cuando se obtengan las coberturas adecuadas, ya que de lo contrario las pérdidas de suelo sufridas serán similares a las registradas bajo

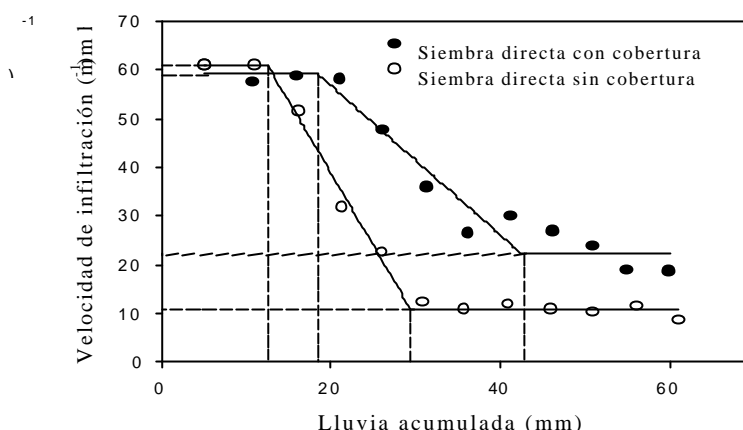


Figura 2. Regresiones trilineales que describen la relación velocidad de infiltración vs. lluvia acumulada para cada tratamiento. Los valores graficados son promedio de cinco repeticiones.

Figure 2. Lineal regressions between infiltration velocity and accumulated rain. Oceans of 5 replicates.

sistemas de labranza convencionales (Marelli 2001).

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por la Universidad de Buenos Aires, mediante el subsidio G-058 (Programación 2001-2003)

REFERENCIAS

- Black D A (ed). 1965. Methods of soil analysis. American Society of Agriculture, Volume I and II. Monograph 9. Winconsin, U.S.A., 1159 pp.
- Blevins R L, Frye W W, Baldwin P L, Robertson S D. 1990. Tillage effects on sediment and soluble nutrient losses from a Maury silt loam soil. *J. Environ. Qual.* 19: 683-686.
- Bradford J M, Huang C. 1994. Interrill soil erosion as affected by tillage and residue cover. *Soil Till. Res.* 31: 353-361.
- Chagas C I, Santanatoglia O J, Rienzi E A. 1993. Análisis del escurrimiento de una microcuenca utilizando distintas metodologías. *Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales* 8: 177-190.
- De Leenheer L, De Boedt M. 1958. Determination of aggregate stability by the change in mean weight diameter. *Proceedings of the International Symposium of Soil Structure.* Ghent, Bélgica, 290-300.
- Irurtia C B, Mon R. 1994. Microsimulador de lluvia para determinar infiltración a campo. Instituto de Suelos, CIRN INTA Castelar. *Publicación Técnica* 176.18 pp.
- Lafren J M, Amemiya M, Hintz E A. 1981. Measuring crop residue cover. *J. Soil and Water Cons.* 36:341-343.
- Marelli H J. 2001. El agua y la siembra directa. *Siembra Directa en el Cono Sur.* PROCISUR 450pp.
- Morrás H, Irurtia C, Ibarlucea C, Lantin M, Michelena R. 2000. Improvement of a degraded pampean mollisol combinin no tillage with subsoil labor. *ISCO 2000.* 2: 117.
- Potter K N, Torbert H A, Morrison Jr. J E. 1995. Tillage and residue effects on infiltration and sediment losses on vertisols. *Trans. ASAE.* 38: 1413-1419.