

NOTA DE INVESTIGACION**INFILTRACION EN UN ARGJUSTOL UDICO CON DIFERENTES SISTEMAS DE USO EN EL DEPARTAMENTO 9 DE JULIO – CHACO**Moro¹, Enrique C.; Ingaramo^{1,2}, Octavio E.; Venialgo¹, Crispín A.; Gutierrez¹, Noemí C.

1 Conservación y Manejo de Suelos - Facultad de Cs. Agrarias - UNNE. E-mail: emoro@agr.unne.edu.ar

2 INTA.- EEA Las Breñas - Chaco - Argentina.

RESUMEN

La infiltración de agua en el suelo juega un papel muy importante en la relación lluvia-escurrimiento y la disponibilidad de agua para las plantas.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la infiltración de un Argiustol údico con diferentes sistemas de uso, a través de los parámetros de la ecuación de Kostiaikov.

Se evaluó el proceso de infiltración, a través de las constantes “K” y “n” de la fórmula de Kostiaikov, la infiltración acumulada, velocidad de infiltración e infiltración básica de un Argiustol údico (serie Capdevilla), del Departamento 9 de Julio, provincia del Chaco con diferentes sistemas de uso: Monte natural, Desmonte+ 4 años Labranza cero, 4 años Labranza cero anteriormente manejadas bajo el sistema convencional y 30 años de Labranza convencional. Se concluye que los sistemas de labranza afectan las condiciones hidráulicas con respecto de la situación Monte natural, que la Labranza convencional provoca menores valores de n, K, Ib y velocidad de infiltración, que la implementación de Labranza cero después del desmonte genera el menor deterioro de la infiltración y que el cambio de Labranza convencional a Labranza cero mejora la infiltración.

Palabras claves: infiltración, infiltración básica, velocidad de infiltración, labranza cero, labranza convencional.

SUMMARY

The water infiltration in the soil plays a very important role in the relation rain-draining and the water availability for the plants.

The objective of this work was to characterize the infiltration of a soil with different systems from use, through the parameters of the Kostiaikov equation. Was evaluated the infiltration process, through the constants “K” and “n” of Kostiaikov’s formula, the accumulated infiltration, speed of infiltration and basic infiltration of a Udic Argiustol, Capdevilla serie of the 9 de Julio Department, Chaco province with different use systems: Native tree vegetation, Land clearing + 4 years no tillage, 4 years no tillage previously handled under conventional tillage system and 30 years

conventional tillage. We concluded that the tillage systems affect the hydraulic conditions respect the native tree situation, that the conventional tillage causes the smaller values of n, K, Ib and speed of infiltration, that the No tillage implementation after clearing generates the smaller deterioration of the infiltration and that the change of conventional tillage to no tillage improves the infiltration.

Key words: infiltration, basic infiltration, infiltration velocity, no tillage, conventional tillage.

ANTECEDENTES

La infiltración del agua en el suelo juega un papel de primer orden en la relación lluvia-escurrimiento y es de fundamental importancia su descripción a través de diversos parámetros que prodrán ser utilizados como elementos de entrada en modelos hidrológicos (Osuna Cejas y Padilla Ramirez, 1998)

La capacidad con que un suelo puede almacenar y transmitir agua está en función de sus propiedades hidráulicas (capacidad hídrica, conductividad hidráulica), las que al depender de la geometría del espacio poroso del suelo son modificadas por las labranzas (Plá Sentís, 1994), afectando procesos tales como el movimiento de agua dentro del perfil y la infiltración (Ingaramo *et al.*, 2000), siendo esta considerada un indicador físico de calidad de suelo de elevado peso relativo (Aoki *et al.*, 2004).

Infiltración es el término aplicado al proceso de entrada de agua al suelo generalmente a través de la superficie del suelo verticalmente hacia abajo (Fernández *et al.*, 1971; Hillel, 1971). Dentro de este, es importante determinar la velocidad con que el agua penetra en el suelo, ya que al agua proveniente de precipitación la podemos dividir en dos, un flujo vertical o drenaje interno y otro el movimiento de agua paralelo a la superficie denominado escurrimiento superficial. Cuanto mayor sea el movimiento vertical del agua con respecto al escurrimiento superficial en un suelo, hay mayores posibilidades de almacenamiento y menor el riesgo de erosión hídrica.

Al aplicar agua a un suelo en forma constante, la capacidad de absorción por infiltración no es constante y va disminuyendo con el tiempo (Baver *et al.*, 1973), cuando la velocidad del

agua aportada excede la *infiltrabilidad* (capacidad de infiltración) del suelo, o sea que el proceso es controlado por el flujo, en ese momento ésta última es la que determina la velocidad real de infiltración y el proceso es controlado por las características del perfil tales como la estructura, textura, estratificación, grado de compactación, agregación, contenido de humedad y actividades microbianas, así como el espesor de lámina del agua de riego o lluvia y la temperatura del agua (Gavande, 1972; Gurovich, 1985).

El fenómeno de infiltración ha sido tratado por diversos autores (Horton, Philip, Kostikov, citados por Fernández *et al.* 1971, Hillel, 1971; Reynolds *et al.*, 2000), habiéndose desarrollado diferentes formulaciones matemáticas racionales y empíricas para explicar el proceso. De todas las fórmulas propuestas, se destaca la ecuación de Kostikov, la cual si bien no tiene un fundamento físico, ni es dimensionalmente homogénea, se ajusta bien al proceso de infiltración dentro de los límites de interés agronómico para el riego (Fernández *et al.* 1971).

La ecuación establece que: $L = K * T^n$ donde L: es la lámina infiltrada.

T: tiempo.

K: parámetro que depende de la estructura y la condición del suelo al momento en que se aplica el agua (Gavande 1972).

n: es un parámetro que depende de los cambios de estructura del suelo, resultantes de la mojadura (Gavande 1972).

La producción agrícola en el Chaco se realiza mayoritariamente con labranza convencional lo que implica el empleo de herramientas que modifican profundamente las características de la capa superficial del suelo, que en la región son evidenciados por la formación de costras, piso de arado e incrementos en los escurrimiento superficiales (Venialgo *et al* 2003).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la infiltración de un Argiustol údico con diferentes sistemas de uso, a través de los parámetros de la ecuación de Kostikov.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Departamento 9 de Julio, provincia del Chaco, la cual presenta un clima subtropical continental con estación seca y veranos húmedos, caracterizada la misma por presentar una precipitación promedio anual de 942 mm y 21 °C de temperatura media anual (Ledesma, Zurita, 1994).

Se trabajó sobre un suelo Argiustol údico (serie Capdevilla), familia limosa fina, mixta, hipotérmica (Ledesma, Zurita, 1994). Las situaciones analizadas fueron: a) Monte natural, b) Desmonte + 4 años labranza cero, c) 4 años labranza cero antecesor convencional y d) Lote con 30 años de labranza convencional. La ubicación geográfica de las situaciones analizadas se consigna en el Cuadro 1.

Las determinaciones se realizaron al azar sistemático con 4 repeticiones para cada una de las situaciones analizadas.

La infiltración se determinó por el método de doble anillo concéntrico (Forsythe, 1975), en la capa superficial.

A partir de los datos obtenidos a campo de lámina infiltrada y tiempo se calcularon las constantes “K” y “n” correspondientes a la ecuación de Kostikov (Fernández *et al.*, 1971), estableciéndose luego la infiltración acumulada, velocidad de infiltración e infiltración básica.

Los resultados fueron analizados estadísticamente por ANOVA y las diferencias de medias por el Test de Tukey (p> 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSION

El valor “n” de la ecuación de Kostikov nos indica la forma en que se reduce la entrada de agua al suelo con el tiempo, dependiendo el mismo de la estabilidad de agregados, los suelos con valores de “n” mayores a 0,6 son muy estables, en tanto que valores menores corresponden a suelos con una estabilidad estructural baja, con lo cual cuando el suelo se va mojando, los poros se irían tapando y la entrada de agua al perfil por unidad de tiempo sería menor, y por ende la infiltración básica (Gavande, 1972).

Cuadro 1: Ubicación geográfica de las situaciones analizadas.

Situaciones de manejo	Latitud Sur	Longitud Oeste
a) monte natural	26° 59' 25''	61° 09' 47''
b) desmonte + 4 años labranza cero	26° 59' 25.7''	61° 09' 47.5''
c) 4 años labranza cero antecesor convencional	26° 59' 40.4''	61° 10' 54.5''
d) 30 años labranza convencional	29° 59' 58.6''	61° 10' 39.3''

Cuadro 2: Parámetros “n”, “K” e infiltración básica “Ib” en un Argiustol údico con diferentes sistemas de uso.

Situaciones de manejo	N	K	Ib (cm . h ⁻¹)
a) monte natural	0,240 a	17,581 a	3,242 a
b) desmonte + 4 años labranza cero	0,126 b	4,314 b	1,968 b
c) 4 años labranza cero antecesor convencional	0,098 b	3,147 b	1,644 bc
d) 30 años labranza convencional	0,079 b	2,177 b	0,905 c

Letras diferentes entre tratamientos, indican diferencias significativas (p> 0.05).

Al analizar los valores de “n” de las distintas situaciones (Cuadro 2), se observa que ninguna alcanza el valor 0,6 indicado por Gavande, lo que indicaría la baja estabilidad estructural de este suelo, incluso en su estado de no perturbación, siendo esta situación la que presenta el mayor valor de n (0,240), seguido por la situación desmonte + 4 años de labranza cero que presenta un n= 0,126, valor este un 47,5 % inferior al monte, mientras que la situación 4 años labranza cero antecesor convencional (n= 0,098) es un 59,2% inferior y el sistema labranza convencional (n=0,079) un 67,1% menor. Siendo las diferencias entre todas las situaciones alteradas y el monte natural estadísticamente diferentes (p> 0,05) (Cuadro 2).

K representa la entrada de agua al perfil durante el intervalo inicial, dependiendo de la condición del suelo en el momento que se aplica el agua y de la estabilidad estructural del mismo. El mayor valor de **K** (Cuadro 2) se produce en la situación monte natural, superior en un 75,4, 82,1 y 87,6% con respecto al desmonte + 4 años Labranza cero, 4 años labranza cero antecesor convencional y labranza convencional respectivamente. En tanto que los sistemas con labranza cero presentan un valor de **K**, superior en un 49,5 y 30,8% respecto del sistema con labranza convencional. Estadísticamente se observan diferencias significativas (p> 0.05) entre la situación monte natural con las demás situaciones de uso del suelo (Cuadro 2).

La infiltración básica (**Ib**) es la velocidad con que el agua infiltra en el suelo en el momento en que la variación de la misma con relación al tiempo es muy lenta, permaneciendo la velocidad de infiltración casi constante encontrándose el suelo en su totalidad a capacidad de campo (Fernández et al., 1971). El tiempo para alcanzar la **Ib** será más o menos prolongado en función de la profundidad a la cual se presente la capa con menor permeabilidad del perfil de suelo.

Al comparar los valores de **Ib**, se observa que la misma es mayor en la situación de monte natural (3,242 cm.h⁻¹) respecto de las demás situaciones (Cuadro 2), en esta situación, el tiempo utilizado para realizar la determinación de infiltración (90 minutos), no fue suficiente para alcanzar la **Ib**, (Figura 1). Se observaron diferencias

estadísticamente significativas (p> 0.05) en relación a los diferentes sistemas de uso analizados (Cuadro 2). Los sistemas desmonte + 4 años de labranza cero y 4 años labranza cero antecesor convencional no presentan diferencias significativas entre sí. Se observan, si diferencias significativas (p> 0.05) entre desmonte + 4 años de labranza cero y el sistema 30 años de labranza convencional. Esto estaría indicando, por un lado, que al modificar la situación de equilibrio, monte nativo y pasar a un agro-sistema las condiciones del suelo se ven alteradas y por ende disminuyen la infiltración, pero, por otro lado, se evidencia que el sistema de desmonte + 4 años de labranza cero tiende a mejorar las condiciones de la superficie del suelo lo cual favorecería la infiltración. Michelena et al. (2002) y Michelena e Irurtia (2002), trabajando en Argiudoles de Arequito (Santa Fe) y Vertisoles de Ramirez (Ente Ríos) concluyeron que la siembra directa mejoró la infiltración de esos suelos respecto de la labranza convencional en un 83 y 100% respectivamente. Maurya (1986) al comparar los efectos de las labranzas y los rastrojos sobre las propiedades físicas de los suelos manejados en rotaciones maíz-trigo en labranza cero y convencional en el norte de Nigeria, al cabo de 4 años determinó que la infiltración básica alcanzó valores un 50% superiores en labranza cero.

Sanzano *et al.*(2004), trabajando en un Haplustol típico, determinaron una mayor infiltración básica en los suelos manejados con siembra directa y pasturas con respecto al laboreo convencional, pero la situación prístina (monte natural virgen) presentó una infiltración básica significativamente mayor que todas las sistemas de labranza analizados y Ciámpoli et al. (2004) trabajando en la Región Andino Patagónica, concluyeron que la presencia del bosque aumentó significativamente la **Ib** del suelo respecto de la estepa. Por su parte, Sánchez Vesga y de Andrade (2004) trabajando sobre un Oxisol Rojo Oscuro en Brasil concluyeron que la velocidad de infiltración básica es mayor en el suelo manejado bajo siembra directa durante 8 años que el mismo suelo preparado en forma convencional utilizando discos durante el mismo período. En suelos rojos del sur de Misiones, Gonzalez et al. (2002), comprobaron que la

infiltración fue, de los atributos físicos analizados, la que mayor variación sufrió al pasar de la situación prístina (Selva virgen) al cultivo de tabaco.

Al analizar la velocidad de infiltración (Figura 1) de las diferentes situaciones, se observa que el monte natural presenta valores significativamente mayores ($p > 0,05$) con respecto a los demás sistemas de uso del suelo, con valores de velocidad de infiltración superiores en un 90, 94 y 95,5% respecto de las situaciones desmonte + 4 años labranza cero, 4 años labranza cero antecesor convencional y 30 años labranza convencional respectivamente. Al comparar los sistemas en labranza cero, la

situación desmonte + 4 años labranza cero presenta valores un 42,5% superiores a la situación 4 años labranza cero antecesor convencional, lo que estaría indicando una mejor condición de suelo en ese sistema para la entrada de agua al perfil del suelo. Con respecto a la situación 30 años labranza convencional, la situación desmonte + 4 años labranza cero presenta valores superiores a un 96%, mientras que en el sistema 4 años labranza cero antecesor convencional la velocidad de infiltración es un 32,9% mayor que en 30 años labranza convencional.

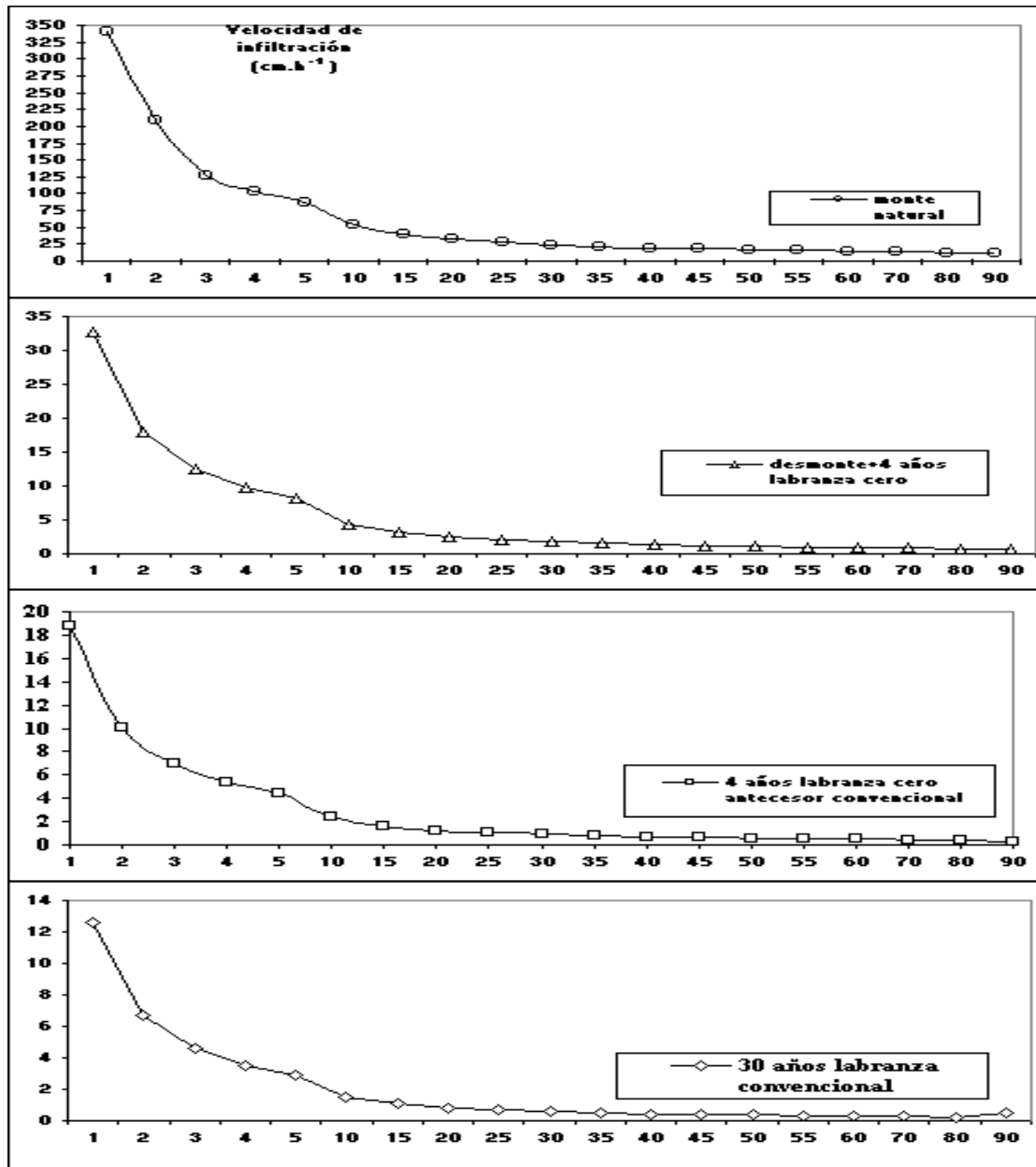


Figura 1: Velocidad de infiltración en un Argiustol údico con diferentes sistemas de uso

CONCLUSIONES

La implementación de cualquier sistema de labranza afecta negativamente las condiciones hidráulicas de un Argiustol údico chaqueño con respecto de la situación monte natural.

La situación labranza convencional prolongada provoca los menores valores de n, K, Ib y velocidad de infiltración.

La implementación de un sistema de labranza cero luego del desmonte en un Argiustol údico genera un menor deterioro de la infiltración.

El cambio de labranza convencional a labranza cero mejora la infiltración en un Argiustol údico.

BIBLIOGRAFIA

- Aoki, A. M.; Cantarero, M; Arias, F. A. y Sereno, R. 2004. El uso agrícola en la conductividad hidráulica y la porosidad de un haplustol del norte de Córdoba. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná. p 46
- Baver, L.D., Gardner W. N, Gardner W. R. 1 973. Física de Suelos Ed. UTEHA. p. 299-434.
- Ciámpoli, M. C.; Haag, A.; Buduba, C. G. e Irisarri, J. A. 2004. Modificación de la infiltración básica por la implantación de Pino Ponderosa en suelos de la estepa patagónica. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná. Resúmenes p 57
- Fernández, P.C., Luque, J.A., Paoloni, J.D. 1971. Análisis de la infiltración y su aplicación para diseño de riego en el valle inferior del Río Colorado. Publicación N° 130 INTA. pp 29.
- Forsythe, W. 1975. Física de Suelos. Ed. IICA. pp157-170.
- Gavande, S. A. 1972. Física de Suelos. Principios y Aplicaciones. Ed. Limusa Wiley.: 199-232.
- González, R. D.; Dalurzo, H., Vázquez, S. 2002. Variaciones de atributos físicos como indicadores de calidad en suelos rojos tabacaleros del sur de Misiones (Argentina). Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. En: <http://www1.unne.edu.ar/cyt/2002/cyt.htm>
- Gurovich, L. 1985. Fundamentos y diseño de sistema de riego. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (CIIA). Primera Edición, San José, Costa Rica. Capítulo 6.: 143-168.
- Hillel, D. 1971. Soil and Water. Academic Press. N. York. Cap.6. Infiltration-Entry of Water into Soil: 131-153
- Ingaramo, O. E.; Venialgo, C. A.; Moro, C. E.; Drganc, D.; Gutiérrez, N. C. 2000. Caracterización del proceso de infiltración en la serie Las Breñas (Durustol), bajo labranza cero. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas: <http://www.unne.edu.ar/cyt/2000/cyt>
- Ledesma L.L, Zurita J.J. 1994. Carta de Suelos de la República Argentina. Provincia del Chaco. Los Suelos del Departamento 9 de Julio. pp 223.
- Maurya, P. R. 1986. Effect of tillage and residue management of maize and wheat yield and on physical properties of an irrigated sandy loam soil in Northern Nigeria. Soil and Tillage Reserch. 8:161-170.
- Michelena, R. O., Iruetia C. B., Morrás H.J.M., Rivero E., Rimolo M., Brutti L., Rorig M. 2002. Descomposición de rastrojos en Siembra Direca y su influencia en la fertilidad y en el control de la Erosión Hídrica. Proyecto PICT98 N°4888. INTA-Instituto de Suelos - Castelar: <http://www.inta.gov.ar/suelos/investiga/proyectosos/escras.htm>
- Michelena, R. O., Iruetia, C. B. 2002. La Siembra Directa controla la erosión y mejora la fertilidad del suelo. Informe Técnico INTA. Instituto de Suelos - Castelar. www.inta.gov.ar/suelos/info/documentos/informes
- Osuna Cejas, E. S. y Padilla Ramirez, J. S. 1998. Estimación de la sorbilidad e infiltración usando datos de simulación de lluvia para tres tipos de suelos de la zona semiárida de México. Chapingo. México.Terra. Vol 16 (4) : 293 - 302: www.chapingo.mx/terra/contenido/16/4/art293-302
- Plá Sentsis I. 1994. Curso sobre efectos de la labranza en las propiedades físicas de los suelos. Instituto de Suelos. C.I.R.N. INTA Castelar. Capítulo II, Labranzas y Propiedades Físicas de los Suelos. pp 20.
- Reynolds, W. D.; B. T. Bowman; R. R. Brunke; C. F. Drury and C. S. Tan. 2000. Comparison of tension infiltrometer, pressure infiltrometer and soil core estimates of saturated hydraulic conductivity. Soil Sci. Soc. Am. J. 64: 478-484.
- Sánchez Vesga, C.; de Andrade, Camilo de L. T. 2004. Propiedades físico-hídricas de un Oxisol rojo-oscuro preparado con discos y bajo siembra directa. <http://www.turipana.org.co/suelo.htm>.
- Sanzano, G. A; Corbella, R.; García J. y Fadda G. 2004. La degradación física de un haplustol típico bajo distintos sistemas de manejo de suelo. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná. Resúmenes p 249.
- Venialgo, C., Gutierrez, N., Salomón, N., Murggia, A. 2003. Estabilidad de agregados en series de suelos con distintos usos en el sudoeste del Chaco. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. <http://www.unne.edu.ar/cyt/2003/comunicaciones/05-Agrarias/A-30.pdf>