

Efecto de la carga animal en el diseño de riego por bordes¹

Armando Heilbraum A.², Norbert Fritsch F.³ y Juan Tosso T.⁴

INTRODUCCION

El riego, es un factor de alta incidencia en el rendimiento de los cultivos. Por tal motivo, su aplicación requiere el uso de técnicas racionales.

En nuestro país, la aplicación del agua de riego se realiza a menudo en forma rudimentaria. En el riego de empastadas se usa generalmente el método por tendido. Esto trae como consecuencia la disminución de los rendimientos, graves problemas de erosión, lixiviación de algunos nutrientes, riesgos de enfermedades frugosas y pérdida de considerables volúmenes de agua. Una forma de evitar estos problemas, es utilizando un diseño de riego apropiado para el cultivo. Uno de los métodos que da mejores resultados en praderas es el riego por bordes.

¹Parte de la Tesis presentada por el Sr. Armando Heilbraum A., para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Recepción manuscrito: 4 de marzo de 1969.

²Ing. Agr. Unidad Regional La Platina, SAG.

³Ing. Agr. ms., Proyecto Riego, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Casilla 5427, Santiago, Chile. Profesor de la Cátedra Relación-Planta-Suelo-Agua, Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile. Profesor de la Cátedra de Hidráulica Especial, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

⁴Ing. Agr., Proyecto Riego, Estación Experimental La Platina, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Profesor de la Cátedra de Riego, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Un buen riego, debe ir acompañado de un manejo adecuado de todos los factores de producción, para que los rendimientos sean óptimos. Dentro de la investigación ganadera uno de los factores que influyen en un buen manejo, es la carga animal que hace uso de la pradera. Esta carga, además de influir sobre la vegetación por el pastoreo, altera las condiciones físicas del suelo por el pisoteo.

Este trabajo, tiene por objetivo determinar el efecto que tienen distintas cargas animales en el diseño de riego por bordes, como consecuencia de la alteración de algunas características físicas del suelo.

REVISION DE LITERATURA

El riego por bordes, es el más indicado para praderas dentro de los métodos de riego por inundación (4) (13) (14).

El pisoteo animal, altera la composición botánica y cambia las condiciones físicas y químicas del suelo (5). Es así que los animales en pastoreo directo, especialmente el ganado mayor ocasiona una compactación del suelo que restringe el crecimiento de las plantas (2). Esta compactación es mayor en suelos de texturas finas sobre todo si existe un alto contenido de humedad en el suelo (16).

Gradwell (7), al referirse al espacio poroso, dice que éste aumenta con la profundidad del perfil, especialmente en praderas sometidas a talaje directo. El sobretalaje incrementa la densidad aparente (2) ya que provoca una disminución del volumen total de poros (11). Los poros no capilares son los de mayor importancia en la determinación de la capacidad de infiltración y permeabilidad de los suelos (6). La baja porosidad y el aumento de la densidad aparente incrementa el escurrimiento superficial (2).

Una buena vegetación previene una excesiva compactación en las praderas (8).

MATERIAL Y METODO

Este trabajo se realizó en la Estación Experimental La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Se usaron 3 tratamientos correspondientes a diferentes cargas animales:

Tratamiento 1

Nov. 1965 - Nov. 1966	2 animales
Nov. 1966 - Enero 1968	3 animales
Enero 1968 en adelante	2 animales

Tratamiento 2

Nov. 1965 - Nov. 1966	6 animales
Nov. 1966 - Enero 1968	9 animales
Enero 1968 en adelante	6 animales

Tratamiento 3

Nov. 1965 - Nov. 1966	8 animales
Nov. 1966 - Enero 1968	12 animales
Enero 1968 en adelante	8 animales

El área de estudio en la cual se hizo la experiencia tiene una extensión de 3 há empastadas con trébol ladino (*Trifolium repens* variedad latum). Está regada por el método por bordes, los cuales tienen un ancho de plataforma de 10 m y un largo de 320 m.

El suelo es de formación aluvial, de topografía plana con pequeños microrrelieves, con pendientes inferiores al 1%. Las texturas van de franco arenosas a franco arcillo-arenosas.

El método estadístico utilizado para el análisis de los resultados, fue el de un diseño completamente al azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones por cada tratamiento.

Se hicieron las siguientes determinaciones:

1. Tasa y velocidad de infiltración

Se utilizó el método de los cilindros infiltrómetros (4) (15).

2. Tiempo de riego

Se usó el método descrito por Criddle (4).

3. Densidad aparente

Se utilizó el método descrito por Lutz (12).

4. Largo óptimo de borde

Se utilizó el método descrito por Criddle (4).

5. Eficiencia de aplicación

Se obtuvo al aplicar el método propuesto por Israelsen (10).

6. Curvas de distribución

El procedimiento para determinar las curvas de distribución, está basado en el método propuesto por Valenzuela (17), para el riego tendido. Se introdujo una variación que consistió en no estacar el terreno en cuadrícula, sino que se consideró la diferencia de tiempo entre la curva de avance y recesión cada 20 m a lo largo del borde.

Otras determinaciones efectuadas fueron: capacidad de campo, porcentaje de marchitez permanente, caudal utilizado y pendiente.

RESULTADO Y DISCUSION

VELOCIDAD DE INFILTRACIÓN

En cada borde, se realizaron 12 determinaciones de infiltración cuyo promedio ponderado a los tiempos de 30-60-120 minutos aparecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1 - Promedio de velocidades de infiltración (cm/hora) en praderas de trébol ladino, con distintas cargas animales.

TRATAMIENTO	8 ANIMALES	6 ANIMALES	2 ANIMALES
Tiempo en minutos	a)	b)	c)
30	1,40	1,98	2,93
60	1,08	1,49	2,29
120	0,78	1,12	1,81

F para tratamiento = 86,08 (0,01)

F para tiempo dentro tratamiento = 13,90 (0,01)

Prueba del rango múltiple Duncan (0,05).

a)	b)	c)
1,11	1,53	2,33

En este cuadro se evidencia una variación en la velocidad de infiltración para una misma unidad de tiempo entre los diferentes tratamientos. En él se observa una manifiesta disminución de la velocidad de infiltración a medida que la carga animal aumenta. Esta variación, resulta ser estadísticamente significativa al 0,01. Esto concuerda con los resultados obtenidos por Houk (9) y Keen y Casher citados por Tanner (16).

Se excluyó del estudio estadístico la repetición N° 2 del tratamiento de 6 animales ya que sus valores se alteraron por el tráfico en un camino existente antes del establecimiento de la pradera.

TIEMPO DE RIEGO

Se usó una carga de agua constante para todos los tratamientos. En este trabajo correspondió 6 cm, que era la necesaria para humedecer el suelo hasta una profundidad de 60 cm.

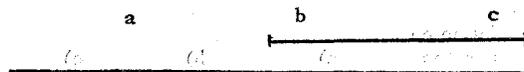
Los valores correspondientes a los distintos tiempos de riego se muestran en el Cuadro 2. De este cuadro se desprende que el tiempo necesario para infiltrar al suelo una lámina de 6 cm aumenta a medida que la carga animal se hace mayor. Esto se debe a la disminución de la velocidad de infiltración.

Cuadro 2 - *Tiempo de riego en minutos, para infiltrar una altura de 6 cm en una pradera de trébol ladino.*

TRATAMIENTO	8 ANIMALES	6 ANIMALES	2 ANIMALES
	a)	b)	c)
Tiempo en minutos	468	266	138

F = 20,6

Prueba del rango múltiple de Duncan (0,05).



DENSIDAD APARENTE

Las determinaciones se realizaron a profundidades de 0 a 7 cm ya que según numerosos autores (1) (2) (3) y (16), en esta estrata es donde se produce el mayor efecto de compactación causada por los animales.

El Cuadro 3, indica los valores de densidad aparente para cada repetición.

Cuadro 3 - *Densidad aparente en praderas de trébol ladino, con distintas cargas animales*

TRATAMIENTO	8 ANIMALES	6 ANIMALES	2 ANIMALES
Densidad aparente gr/cm ²	1,56	1,53	1,49

Se observa una tendencia a aumentar la densidad aparente a medida que la carga animal es mayor. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Blaser (2), Tanner (16) y Edmond (5).

Un estudio visual de los suelos, mostró que la estructura en los primeros 10 cm del perfil, en los tratamientos de 8 y 6 animales era marcadamente laminar. En cambio en el tratamiento de 2 animales, la estructura era de bloques angulares con tendencia a laminar.

LARGO ÓPTIMO DE BORDES

Los largos óptimos se determinaron graficando las curvas de avance y recesión del frente de agua (4).

Los resultados obtenidos, se resumen en el Cuadro 4. Estos muestran una marcada tendencia de los bordes a aumentar a medida que la carga animal por unidad de área se hace mayor.

Cuadro 4 - *Largo óptimo de platabandas de trébol ladino con diferentes cargas animales.*

TRATAMIENTO	8 ANIMALES	6 ANIMALES	2 ANIMALES
Largo óptimo en metros	+ 320	270	174

Como las platabandas donde se realizó este trabajo tienen un largo de solamente 320 metros, no fue posible determinar el largo óptimo para el tratamiento de 8 animales.

Según Heinoninn (8), dichos largos están influenciados directamente por la velocidad de infiltración. Suelos con velocidad de infiltración baja, requieren platabandas de mayor longitud; en cambio, aquéllos con velocidades de infiltración altas, los largos son menores.

EFICIENCIA DE APLICACIÓN

Israelsen (10), define la eficiencia de aplicación como la relación que existe entre el agua que queda en la zona de las raíces después del riego y el agua total aplicada durante el riego. La expresa con la siguiente ecuación:

$$Ea = \frac{Ws}{Wf} \times 100$$

donde,

Ea = Eficiencia de aplicación

Ws = Agua retenida en las zonas de las raíces

Wf = Agua total aplicada en el riego

En el Cuadro 5, se puede apreciar que las mayores eficiencias se obtienen con cargas animales livianas.

Cuadro 5 - Eficiencia de aplicación para plantabanda de trébol ladino con diferentes cargas animales.

TRATAMIENTO	8 ANIMALES	6 ANIMALES	2 ANIMALES
Eficiencia de aplicación %	47,4	87,8	98,0

El tratamiento de 2 animales no presentó pérdidas por escurrimiento superficial, pero sí las hubo por percolación profunda. A pesar de estas pérdidas, fue el tratamiento que mostró una mejor eficiencia. Las pérdidas por percolación profunda se debieron a la alta velocidad de infiltración que presentaron las repeticiones de este tratamiento.

Observando las curvas de distribución del tratamiento 1 (2 animales) (Figura 1) se puede apreciar que este tratamiento tuvo el menor rendimiento de almacenamiento, o sea, fue el que quedó con un mayor déficit de humedad en la zona de las raíces, después del riego.

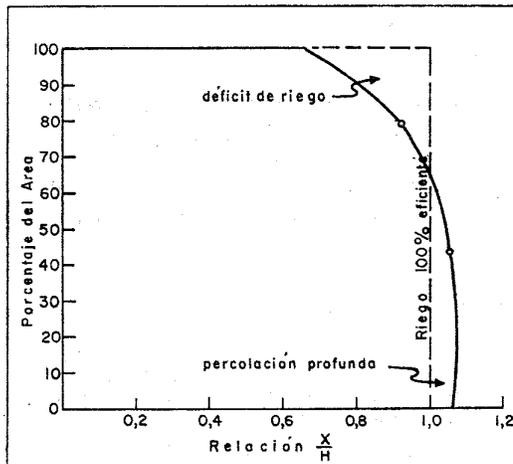


Figura 1 — Distribución del agua de riego en el tratamiento de dos animales.

El tratamiento de 8 animales, mostró los valores más bajos de eficiencia debido a las grandes pérdidas que hubo por escurrimiento superficial.

En la repetición Nº 2 del tratamiento de 6 animales y repeticiones 1 — 2 — 3 del tratamiento de 8 animales, la distribución es casi perfecta, ya que las pérdidas por percolación profunda son pequeñas (Figuras 2 y 3). Esto indica que se obtiene una mejor distribución, donde los suelos están más compactados.

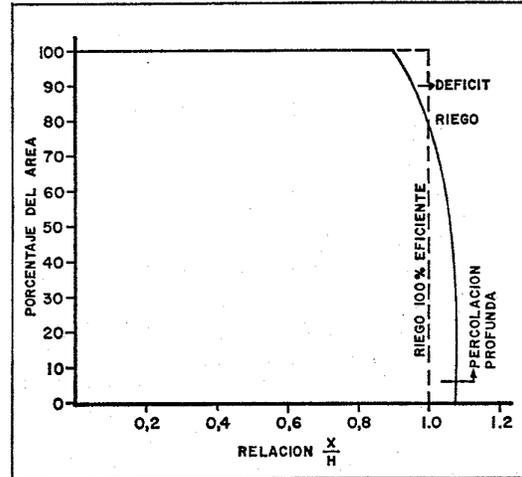


Figura 2 — Distribución del agua de riego en el tratamiento de 6 animales.

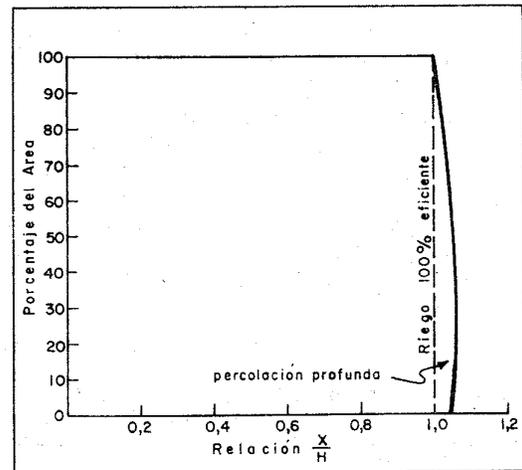


Figura 3 — Distribución del agua de riego en el tratamiento de 8 animales.

CONCLUSIONES

La velocidad de infiltración disminuye a medida que aumenta el número de animales por unidad de área y, por lo tanto, es necesario un mayor tiempo de riego para aplicar una misma carga de agua.

Existe una tendencia a aumentar la densidad aparente a medida que aumenta la carga animal por unidad de área.

La estructura del suelo tiende a convertirse en láminas a medida que aumenta la carga animal por unidad de área.

En el diseño de riego por bordes, las platabandas son más largas a medida que aumenta el número de animales por unidad de área.

La eficiencia de aplicación tiende a ser mayor, con tratamientos de cargas animales livianas. Sin embargo, en estos tratamientos, aumentan las pérdidas de agua por percolación profunda, pero disminuyen las pérdidas por escurrimiento superficial.

Existe una tendencia a mejorar la distribución del agua dentro del suelo, a medida que disminuye la velocidad de infiltración.

R E S U M E N

Se estudió el efecto que producen distintas cargas animales, en el diseño de riego por bordes, como consecuencias de la alteración de algunas características físicas del suelo.

El estudio se llevó a efecto en la Estación Experimental La Platina, cuyos suelos presentan en su primera estrata del perfil una textura franco arenosa y luego cambia a franco arcillo arenosa.

Esta experiencia se realizó con 3 cargas animales diferentes (2-6-8 animales) establecidas sobre una pradera de trébol ladino desde 1965 a 1968.

Los resultados experimentales indicaron que la velocidad de infiltración disminuye a medida que aumenta el número de animales por unidad de área; por lo tanto, es necesario mayor tiempo de riego para aplicar una misma altura de agua.

Esto se debe, en parte, a que la densidad aparente aumenta a medida que la carga animal es mayor. También se determinó que es necesario que las platabandas para tener un largo óptimo deben ser más largas a medida que aumenta la carga animal.

S U M M A R Y

This work was undertaken to study the effect produced by different animal charges, on the border irrigation design, as consequence of the alteration of some physical characteristics of the soil.

This work was done at the Experimental Station La Platina, where soils on their first stage of profile are sandy loam, and later change to sandy clay loam.

This experience was undertaken with three different animal charges (2-6-8 animals) on a ladino clover prairie since 1965.

The experimental results indicated that the infiltration velocity decreases when the number of animals is increased per unit in area, consequently, it is necessary a longer time of irrigation in order to apply the same height of water.

This is due mostly to the fact that apparent density increases when the animal charge is increased. It was also determined that the borders should be longer as the animal charge increases.

LITERATURA CITADA

1. ALDERFER, R. B. and ROBINSON, R. R. Runoff from pastures in relation to grazing intensity and soil compaction. *Jour. Americ. Soc. Agron.* 39: 948-958. 1947.
2. BLASER, ROY. Efecto sobre las praderas de los animales a pastoreo. Santiago, Chile 38. 1964. (Apuntes mimeografiados).
3. CHANDLER, J. V. and SILVA, S. Effects of nitrogen fertilization and grass species on soil physical condition in some tropical pastures. *Jour. Agric. Univ. Puerto Rico.* 44: 77-86. 1960.
4. GRIDDLE, WAYNE D. *et al.* Methods for evaluating irrigation systems. Washington, D. C., U. S. Dept. of Agriculture. *Agriculture Handbook* Nº 82, 1956 pp. 6, 9, 11 y 16.

5. EDMOND, D. B. The influence of treading on pasture, a preliminary study. *N. Z. Jour of Agric. Res.* 1 (3): 319-328. 1958.
6. FREE, GEORGE. Traffic Soles. *Agric. Engineering* 34 (8): 528-531. 1953.
7. GRADWELL, M. W. Change in the pore space of a pasture topsoil animal treading. *N. Z. Jour. Agric. Res.* 3: 663-674. 1960.
8. HEINONINN, R. Soil factors affecting the performance of pasture growth. *Agrogeol.* 61 p. 1953.
9. HOUK, IVÁN. *Irrigation Engineering*. New York, John Willey and Sons. 1957. Volume 1. pp. 87-96, 505.
10. ISRAELSEN, O. y HANSEN, V. E. Principios y aplicaciones de riego. 2ª ed. Barcelona, Editorial Reverte S. A., 1965, pp. 10 y 103.
11. LIETH, H. Pore volume of grassland soils and its relationships to management and plant stand. *Z. Acker-u-P Fe Bau* 98: 453-460. 1954. (Citado por Chandler, ref. Nº 3).
12. LUTZ, J. F. Apparatus for collecting undisturbed soil samples. *Soil Science* 64: 399-401. 1947.
13. MARR, JAMES. The border method of irrigation. Univ. of California. California Agricultural Experiment Station, Extension Service. Circular Nº 408. 1958. 10 p.
14. PETERSON, M. L., OSTERLI, V. P. and BERRY, L. S. Managing irrigated pastures. California Agricultural. Circular Nº 474. 1959. pp 5-8.
15. SLATER, C. S. Cilinder infiltrometers for determining rates of infiltration. *Soil Science Society of America Proceedings* 29 (3): 330-351. 1965.
16. TANNER, C. B. and NAMARIL, C. P. Pasture soil compaction by animal traffic. *Agronomy Journal* 51: 329-331. 1959.
17. VALENZUELA, ALEJANDRO. Método para determinar la eficiencia de riego por tendido. Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 1966. (Circular Informativa Nº 7) 19 p.