

Efecto de los animales en pastoreo sobre las propiedades físicas de suelos de la región tropical húmeda de Perú

J. C. Alegre y P. D. Lara*

Introducción

En las regiones tropicales es frecuente la tala y quema de los bosques para el establecimiento de cultivos y pasturas. Estas últimas generalmente se basan en especies nativas de baja productividad, denominadas 'torourco,' y en algunas ocasiones en especies mejoradas, las cuales requieren de un buen manejo para asegurar su persistencia y productividad.

Es un hecho que el mal manejo de las pasturas en estas regiones ocasiona una degradación de las condiciones químicas y físicas de los suelos. Las investigaciones sobre las alteraciones de las propiedades químicas del suelo por efecto de los animales en pastoreo ha sido demostrada en numerosas investigaciones (CIAT, 1990). Por el contrario, los cambios en las propiedades físicas han sido demostrados sólo en algunos estudios. Así, Reátegui et al. (1990) encontraron en suelos de Puerto Bermúdez, Perú, un efecto significativo de la carga animal en la compactación del suelo; Pinzón (1989) en suelos del Caquetá, Colombia, encontró que el animal en pastoreo causaba una mayor destrucción de la estructura y mayor compactación cuando aumentaba el contenido de arcilla en el suelo.

La alteración de las propiedades físicas del suelo ocasiona una disminución en el espacio poroso y en la infiltración de éste, lo cual afecta el crecimiento radical de las plantas y favorece la escorrentía y el lavado de nutrimentos en los suelos. Vicente-Chandler (1975) en Puerto Rico; y Scott (1978) y Santhirasegaram (1975) en Perú, encontraron un aumento en la compactación del suelo, medida como densidad aparente, cuando el bosque tropical se transformó en pasturas.

Desde 1980, en la estación experimental San Ramón, Yurimaguas, Perú, se evalúa la persistencia y la productividad con animales de las pasturas: *Centrosema pubescens* CIAT 438, *Brachiaria humidicola-Desmodium ovalifolium*, *B. decumbens-D. ovalifolium*, *Andropogon gayanus-Stylosanthes guianensis*, *A. gayanus-C. macrocarpum*. Los resultados obtenidos se publicaron previamente (Reátegui et al., 1985; Dextre et al., 1987). Con el objeto de medir el efecto de los animales en pastoreo en las propiedades físicas del suelo, a partir de 1984 se hicieron algunas determinaciones en estas pasturas, las cuales se incluyen en el presente artículo.

Materiales y métodos

Localización. El ensayo se realizó en un suelo franco arenoso Typic Paleudult de la estación experimental San Ramón, localizada en

* Respectivamente: Ph.D., Físico de Suelos, líder del Proyecto de Suelos Tropicales del Instituto Nacional de Investigaciones y Promoción Agraria-Universidad Estatal de Carolina del Norte (INIPA/NCSU); y Zootecnista, especialista en pastos tropicales, Yurimaguas, Perú.

Yurimaguas, departamento de Loreto, Perú, a 5° 56' de latitud sur y 76° 5' de longitud oeste, a 182 m.s.n.m. La temperatura media es de 26 °C y la precipitación promedio anual de 2300 mm.

Manejo del ensayo. El tamaño de cada pastura asociada (parcela) fue de 0.45 ha y tenía dos repeticiones. Al establecimiento se aplicaron 250 kg/ha de Ca, 22 kg/ha de P, 20 kg/ha de K, y 10 kg/ha de Mg y de S. El pastoreo de las asociaciones se inició en 1980 con una carga animal de 3.3 animales/ha; el peso promedio inicial por animal fue de 150 kg. Después del primer año, el pastoreo se cambió de continuo a alterno, con 28 días tanto de ocupación como de descanso, y cargas animales variables en épocas seca y lluviosa (Cuadro 1).

Mediciones de los cambios en las características físicas del suelo. A partir de 1984 se hicieron algunas mediciones de las propiedades físicas de los suelos: (1) Tasa de infiltración con el doble cilindro infiltrómetro en 4 sitios/parcela. (2) Entre noviembre y diciembre de 1987 se midió la resistencia mecánica hasta 60 cm de profundidad en 24 sitios de 10 x 10 m de cada parcela; para esta medición se utilizó un penetrómetro cónico modelo CN-970, el cual da valores de resistencia cónica en kg/cm² que, al multiplicarlos por 100, se transforman en valores de kilo-Pascal (kPa); en forma simultánea se determinaron la humedad gravimétrica (Davison, 1965) y la tasa de infiltración en 6 sitios/parcela.

(3) En 1990 se hicieron mediciones similares a las de 1987. Además, se midieron la densidad aparente (D.A.) a 10 cm de profundidad con cilindros de 345 cm³ (Umland, 1950), la resistencia mecánica con penetrómetro cónico hasta 60 cm de profundidad y sorptividad (sorptivity) o infiltración inicial por el método del cilindro individual de 10 cm de diámetro y 30 cm de altura. Para el análisis, los datos se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones.

Resultados y discusión

Tasa de infiltración. En 1980 la tasa promedio inicial de infiltración en el suelo era de 12.7 cm/hora, con un valor máximo de 19.8 cm/hora y uno mínimo de 6.3 cm/hora. Después de 5 años de pastoreo, esta tasa se redujo, en promedio, a 4.1 cm/hora, con un máximo de 10.4 cm/hora y un mínimo de 1.0 cm/hora (Cuadro 2). Se observa que el valor más bajo se encontró en *A. gayanus-S. guianensis* y *A. gayanus-C. macrocarpum*, lo cual se debe al hábito de crecimiento erecto de estas especies, que no les permite proteger el suelo contra el pisoteo y el impacto de las lluvias y favorece por ello la compactación del suelo.

En 1987 los valores de infiltración fueron diferentes ($P < 0.05$) en las asociaciones.

Cuadro 1. Sistema de manejo de pasturas asociadas entre 1980 y 1989. Yurimaguas, Perú.

Pastura	Inicio del pastoreo		Años de pastoreo (no.)	Animal/ha	
	Continuo	Alterno		Continuo	Alterno
<i>C. pubescens</i> CIAT 438	15-11-80	6-10-90	9	3.3	4.4
<i>B. humidicola</i> - <i>D. ovalifolium</i>	—	10-10-82	7	4.4	5.5 6.6
<i>B. decumbens</i> - <i>D. ovalifolium</i>	15-11-80	6-10-81	9	4.4	5.5
<i>A. gayanus</i> - <i>S. guianensis</i>	15-11-80	6-10-81	9	3.3	4.4 5.5
<i>A. gayanus</i> - <i>C. macrocarpum</i>	—	1-5-85	5	3.3	4.4

Cuadro 2. Infiltración, densidad aparente (D.A.) y sorptividad de varias pasturas y del bosque secundario en Yurimaguas, Perú.*

Pastura	Pastoreo (años)	Infiltración (cm/hora)	D.A. (g/cm ³)	Humedad (%)	Sorptividad (cm/√seg.)	Humedad (%)
<i>C. pubescens</i>	5	4.71 ± 1.20	1.40b	23.9	0.075b	24.5
<i>B. humidicola-D. ovalifolium</i>	3	2.00 ± 0.58	1.44b	28.7	0.097b	27.0
<i>B. decumbens-D. ovalifolium</i>	4	10.44 ± 2.60	1.35b	26.5	0.095b	31.5
<i>A. gayanus-S. guianensis</i>	1	1.96 ± 2.82	1.42b	24.0	0.039b	26.0
<i>A. gayanus-C. macrocarpum</i>	5	1.00 ± 0.19	1.47b	20.5	0.037b	26.1
Torourco	—	—	1.55a	24.8	0.015a	27.0
Bosque secundario	—	—	1.20c	25.0	0.605c	25.0

* La infiltración se midió en diciembre de 1985. La D.A. y la sorptividad se midieron en abril de 1990. Valores en una misma columna seguidos por letras iguales no difieren en forma significativa ($P < 0.05$), según la prueba de Duncan.

Brachiaria decumbens-D. ovalifolium presentó una infiltración de 5.8 cm/hora y *C. pubescens* de 11.3 cm/hora, siendo similares a las presentadas en 1985. Por el contrario, *B. humidicola-D. ovalifolium*, *A. gayanus-C. macrocarpum* y *A. gayanus-S. guianensis* presentaron tasas de infiltración mayores que las de 1985 (Figura 1). Estas diferencias entre años se deben al mayor número de mediciones hechas en 1987 y a la alta variabilidad que presenta en el campo la medición de la infiltración.

Debido a las diferencias entre las áreas sometidas a pisoteo y aquéllas libres de la influencia del animal, las mediciones de las propiedades físicas del suelo presentan una alta variabilidad. Esta variabilidad se puede reducir haciendo un muestreo sistemático en cuadros de 10 m x 10 m, los cuales permiten diferenciar las áreas que han sido perturbadas por los animales.

En la Figura 2 se observan las diferencias en la tasa de infiltración del agua en el suelo entre las plantas de *A. gayanus* en asociación, en donde normalmente pisotea el animal, y en el suelo alrededor de la corona de las plantas. En el primer caso, la infiltración fue de 3.2 cm/hora en la asociación *A. gayanus-C. macrocarpum* y de 3.1 cm/hora en la asociación *A. gayanus-S. guianensis*; por el contrario, la infiltración medida en la corona de las plantas fue de 19.4 cm/hora y 16.5 cm/hora, respectivamente.

Resistencia cónica. En 1987 las asociaciones presentaban menor resistencia cónica y mayor infiltración en relación con las pasturas de torourco sobrepastoreadas (Figura 3). El bosque secundario presentó los valores más altos de infiltración (21 cm/hora) y los valores más bajos de resistencia cónica a 10 cm de profundidad (500 kPa). En 1990 los valores de resistencia cónica fueron más bajos que en 1987, lo cual se debió a un mayor contenido de humedad del suelo y a un mejor desarrollo de las pasturas. En general, las asociaciones presentaron este año valores más bajos de resistencia cónica que el torourco y más altos que el bosque secundario (Figura 4).

Densidad aparente. Las pasturas de torourco presentaron el mayor valor de D.A. y el bosque secundario el menor ($P < 0.05$) hasta 10 cm de profundidad (Cuadro 2). Entre las asociaciones no se encontró diferencia, siendo su D.A., en promedio, de 1.41 g/cm³. El aumento de la densidad del suelo por efecto de la compactación causa alteraciones en el intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera, en la retención de humedad y, en consecuencia, en el desarrollo de las raíces. En este ensayo, el aumento en la D.A. del suelo de las pasturas asociadas fue de 0.21 g/cm³ (17.5%), y de 0.35 g/cm³ (29.1%) en las pasturas de torourco, con respecto al suelo del bosque secundario.

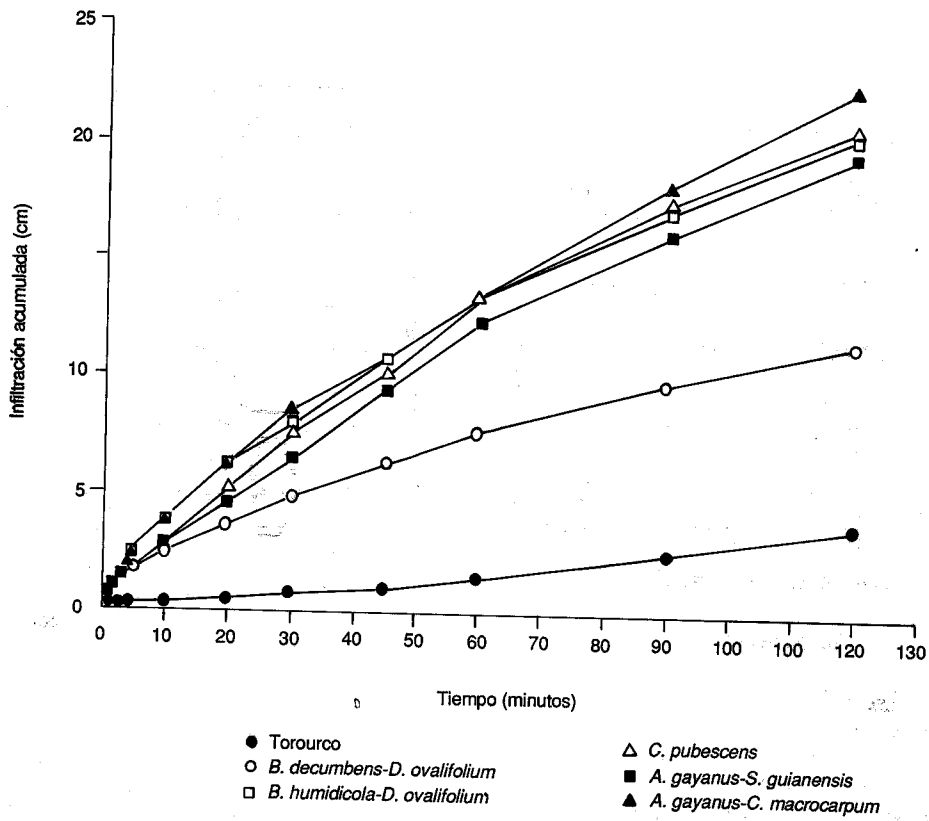


Figura 1. Infiltración acumulada durante 120 minutos en suelos de diferentes pasturas en Yurimaguas, Perú, 1987.

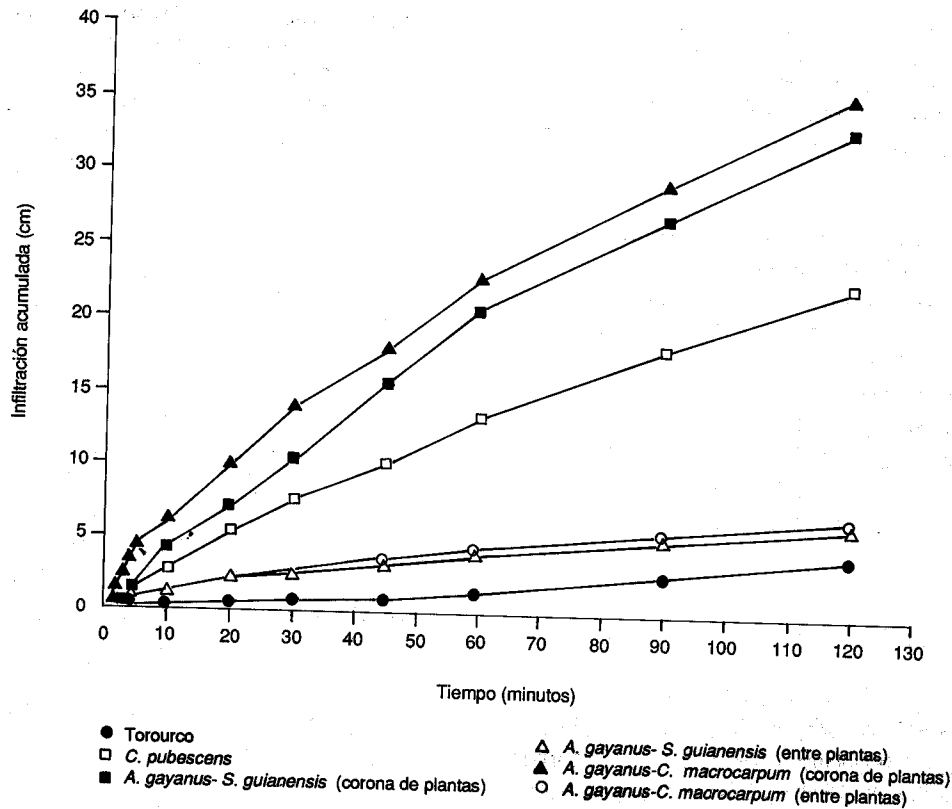
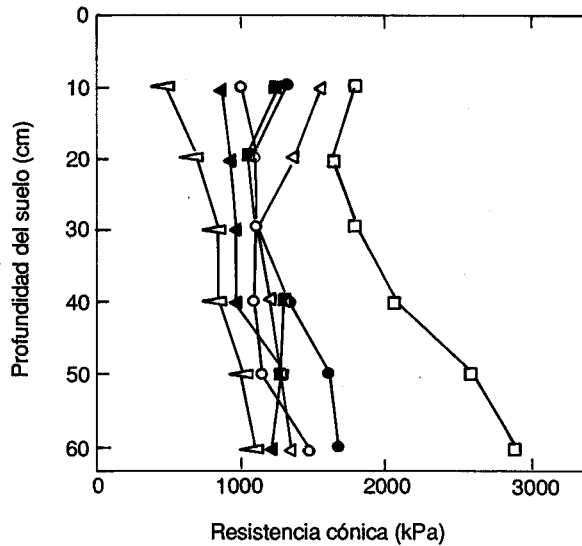
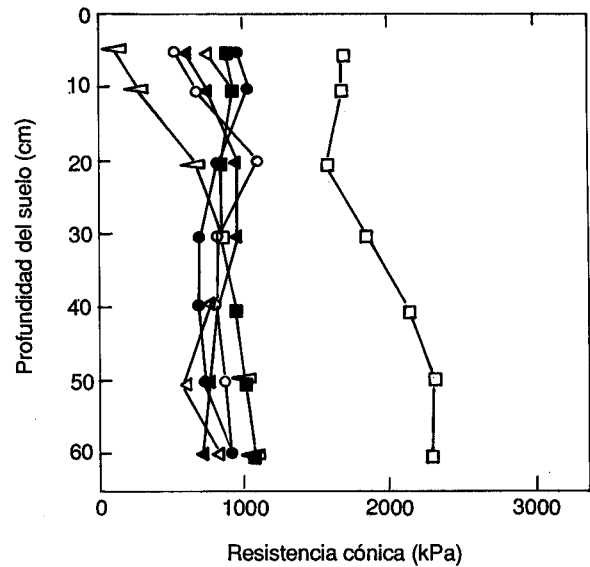


Figura 2. Infiltración acumulada durante 120 minutos en diferentes sitios de varias pasturas asociadas. Yurimaguas, Perú, 1987.



- Tipo de vegetación
- Torourco
 - △ Bosque secundario
 - *C. pubescens*
 - *B. humidicola-D. ovalifolium*
 - ▲ *B. decumbens-D. ovalifolium*
 - ◁ *A. gayanus-S. guianensis*
 - *A. gayanus-C. macrocarpum*

Figura 3. Resistencia cónica del suelo a varias profundidades en bosque secundario y en diferentes tipos de pasturas después de 7 años de pastoreo. Yurimaguas, Perú, 1987.



- Tipo de vegetación
- Torourco
 - △ Bosque secundario
 - *C. pubescens*
 - *B. humidicola-D. ovalifolium*
 - ▲ *B. decumbens-D. ovalifolium*
 - ◁ *A. gayanus-S. guianensis*
 - *A. gayanus-C. macrocarpum*

Figura 4. Resistencia cónica del suelo a varias profundidades en bosque secundario y en diferentes tipos de pasturas después de 9 años de pastoreo. Yurimaguas, Perú, 1990.

Sorptividad. En 1990 se midió la sorptividad, la cual es una medida inicial de la infiltración no saturada del suelo que da un diagnóstico de la compactación de éste; esta medida es más fácil de realizar y perturba menos el suelo que el doble cilindro infiltrómetro. En relación con el bosque secundario, las pasturas presentaron valores menores de sorptividad (Cuadro 2), lo cual confirma el efecto del animal en pastoreo sobre la compactación del suelo.

Conclusiones

De los resultados de este estudio se puede concluir lo siguiente: (1) La determinación de la degradación de las propiedades físicas del suelo por los animales en pastoreo presenta alta variabilidad. Sin embargo, esto puede evitarse, en parte, mediante el muestreo sistemático en cuadros, lo cual permite delimitar los puntos

extremos influenciados por el animal. (2) En los suelos de las pasturas asociadas, y especialmente en los de torourco, la D.A. aumentó por efecto del pisoteo de los animales en pastoreo.

Summary

On a sandy loam Ultisol, since 1980 at the San Ramón Experiment Station (humid tropical forest), Loreto, Peru, pasture productivity has been evaluated in: *Centrosema pubescens* CIAT 438, *Brachiaria humidicola-Desmodium ovalifolium*, *B. decumbens-D. ovalifolium*, *Andropogon gayanus-Stylosanthes guianensis*, and *A. gayanus-C. macrocarpum*.

Some measurements of these pastures were taken after five years to determine the effect of grazing animals on the physical properties of the

soil. It was found that (1) The infiltration rate was greater in the crown area of the soil under *A. gayanus* plants (>16.5 cm/hour) than among the grass plants (3.2 cm/hour), where animals normally walk. (2) Conical resistance of the soil under associations was greater than that of the soil under forest, but less than that under overgrazed native pasture. (3) The apparent density in the first 10 cm of the soil increased 17.5%, on average, in the soil under associated pastures, and 29.1% under native pasture in relation to the secondary forest. The results show that animals grazing on humid tropical forest soils reduce the infiltration rate and increase the apparent density.

Referencias

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1990. Relación suelo/planta y reciclaje de nutrientes. En: Programa de Pastos Tropicales. Informe Anual 1989. Documento de trabajo no. 69. p. 11.2-11.13.
- Davison, D. T. 1965. Penetrometer measurement. In: Black, C. A. (ed.). Methods of soil analysis. Part 1, p. 472-478.
- Dextre, R.; Ayarza, M. and Sánchez, P. A. 1987. Legume-based pastures: Central experiment. In: Caudle, N. and McCants, Ch. (eds.). Tropsoils Tech. Rep. 1985-1986. p. 12-15.
- Pinzón, M. A. 1989. Compactación por ganadería intensiva en algunos suelos del Caquetá (Colombia). Tesis M.S., Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Bogotá. 145 p.
- Reátegui, K.; Ara, M. y Schaus, R. 1985. Evaluación bajo pastoreo de asociaciones de gramíneas y leguminosas forrajeras en Yurimaguas, Perú. Pasturas tropicales-boletín 7(3):11-14.
- _____; Ruíz, R.; Cantera, G. y Lascano, C. 1990. Persistencia de pasturas asociadas con diferentes manejos del pastoreo en un Ultisol arcilloso de Puerto Bermúdez, Perú. Pasturas tropicales 12(1):16-24.
- Santhirasegaram, K. 1975. Management of legume-grass pastures in a tropical rainforest ecosystem of Peru. In: Bornemisza, S. and Alvarado, A. (eds.). Soils management in the Latin American tropics. North Carolina State University, Raleigh. p. 434-445.
- Scott, G. A. 1978. Grassland development of the Gran Pajonal of Eastern Peru. Monograph in geography. Honolulu, Hawaii.
- Uhlend, R. E. 1950. Physical properties of soils modified by crops and management. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 14:361-366.
- Vicente-Chandler, J. 1975. Intensive management of pastures and forages in Puerto Rico. In: Bornemisza, S. and Alvarado, A. (eds.). Soils management in the Latin American tropics. North Carolina State University, Raleigh. p. 409-431.