



PISOTEO ANIMAL Y SU EFECTO EN LA DENSIDAD APARENTE DEL SUELO EN UN HAPLÚSTOL FRANCO ARENOSO BAJO DIFERENTES MANEJOS.

Ing Agr. Maria Eva González. Cátedra Edafología - Facultad de Ciencias Agrarias – UNCa.

E-mail: meg0652@yahoo.com.ar

Med. Vet. Enrique M. Nogues. Cátedra Zootecnia - Facultad de Ciencias Agrarias – UNCa.

Email: martinnoguesunca2010@gmail.com

Resumen

El manejo no planificado del ganado en el área de trabajo, como en muchas otras áreas de la provincia es señalado como causa responsable del deterioro físico de los suelos y de la intensificación del proceso de erosión de los mismos. Se desconoce en el área el efecto real de esta actividad por que los trabajos sobre el tema son inexistentes o no se conocen. Esto originó la necesidad de evaluar el efecto que el pisoteo de los animales provoca en los suelos del área.

El ensayo se llevó a cabo en dos situaciones: 1) lote con cultivo de maíz, 2) campo natural en la Localidad, Los Castillos, Ambato (Pcia. Catamarca).

Los suelos haplustóles, textura franco arenosa a arenosa, con rasgos fluvénticos, poco evolucionados y profundos. El muestreo de suelos se realizó en dos momentos. 1.- previo a la entrada de los animales y 2 cuando los animales dejaron el potrero concluido el tiempo de pastoreo. La densidad aparente en suelos en su condición de campo natural tuvo un alto porcentaje de variación luego de la acción de pisoteo.

Introducción

La degradación del suelo es un proceso presente en la mayoría de las regiones del mundo, en diferentes grados de intensidad y en tipos diferentes de expresión. Varios son los agentes responsables de su ocurrencia, naturales ó generados por la acción del hombre, y que provocan en los suelos deterioro de tipo físico ó químico ó ambos.

El deterioro del suelo se manifiesta, por la pérdida de su capacidad como sostén y proveedor de nutrientes para las plantas y, si el suelo conserva condiciones para producir, hablamos de un suelo saludable. La salud del suelo está relacionada con su capacidad de favorecer los procesos biológicos y los ciclos de los nutrientes necesarios para la vida de las plantas.

Las regiones áridas y semiáridas presentan suelos de condición física más susceptible a la acción de los agentes naturales y al manejo inapropiado, debido a la falta de protección de la superficie que resulta de grandes áreas sin cobertura vegetal, efecto de las mismas condiciones climáticas y situación social (sobrepastoreo, alta extracción forestal y arbustiva, entre otros).

En nuestra provincia este efecto se acentúa por las características del relieve con pendientes abruptas y las costumbres ancestrales de una ganadería no planificada, donde no se proyecta la carga animal en correspondencia con el recurso forrajero existente.

Uno de los síntomas de deterioro físico del suelo más generalizado es su compactación; un tema discutido con frecuencia por que implica la pérdida del espacio poroso principalmente de los macroporos, ocasionando problemas en el intercambio gaseoso entre la atmósfera aérea y edáfica, y, dificultando los procesos metabólicos que requieren del suministro de oxígeno. Otro efecto perjudicial que provoca, para el suelo y su productividad, se relaciona con el impedimento ó dificultad a la expansión normal de las raíces en el suelo.

En el departamento Ambato (provincia Catamarca), con características de serranías, los productores ganaderos son de pequeña escala - pequeños productores- y de manejo ganadero de escasa planificación. Siendo una zona de temperaturas invernales muy bajas que obligan a los productores a bajar los animales de la zona de cumbres y concentrarlos en el primer nivel de pie de monte desde mediados de mayo a mediados de setiembre, pasadas las bajas temperaturas, los animales son trasladados nuevamente a laderas y cumbres serranas para pastoreo (Saravia Toledo et al., 1995); (Nogués et al., 1999).

Los suelos en la zona del ensayo y, en casi en toda la región, muestran fuertes síntomas de deterioro progresivo en sus características físicas, los mismos se atribuyen a la elevada concentración de ganado y, por tanto, a la alta presión de pastoreo durante la sequía invernal. Un importante indicador de ese proceso de deterioro es la compactación, producida como consecuencia de la alta carga de ganado bovino en los potreros pedemontanos (Parente, H.N.; Maia, M.O. 2011); siendo un tema principal de discusión durante los últimos años, debido a la importancia que representa a nivel mundial (Sadeghian S. et al. 1999).

La densidad aparente del suelo se señaló como un parámetro importante para evaluar el efecto de acciones de manipuleo y compactación generado por agentes externos. El pisoteo del ganado compacta el suelo y modifica – en consecuencia- el volumen de poros y la distribución del tamaño de los mismos, al igual que modifica a resistencia del suelo. (Miguel A. Taboada. 2007), (Pinzón y Amézquita; 1991)

Esos efectos pueden ser más ó menos intensos lo cual es altamente dependiente del grado de humedad cuando el campo se carga y del estado de la superficie del mismo. Pinzón y Amézquita (1991), señalan que el pastoreo modifica sustancialmente la densidad aparente del suelo. El pisoteo de los animales en los sistemas ganaderos provoca la compactación del suelo modificando notablemente la relación suelo-aire-agua; la intensidad de tales efectos provocados por el pastoreo en los ecosistemas de pastizales, está estrechamente relacionado a la carga animal que el suelo soporta y al tipo y estado de vegetación o cultivos que cubren la superficie (Sadeghian S. et al. 2000).

Frente a esta problemática instalada en grandes superficies en nuestra provincia, (en el país y en el mundo) generada por la actividad ganadera en aumento y agravada por el escaso conocimiento de su efecto en suelos de nuestro medio surge esta experiencia.

El objetivo de este ensayo fue medir, en un tiempo acotado, los cambios provocados por el pisoteo bovino sobre la densidad aparente del suelo bajo manejos diferentes.

2.- Materiales y Métodos

2.1-.Localización del sitio y clima

Este trabajo fue desarrollado en la localidad de Los Castillos situado a los 65° 85' L W y 28° de Lat. Sud, y a 1100 m. s.n.m, perteneciente al Departamento Ambato, Provincia de Catamarca. Fitogeográficamente corresponde a la Provincia fitogeográfica del Chaco, Distrito del Chaco Serrano (Cabrera, 1976), fisiografía de pie de monte inferior o segundo nivel de pie de monte, formado por una bajada de acumulación (Ogas et. al. 1994).

Las precipitaciones (cuadro1) se concentran en el período de Noviembre a Abril donde ocurre el 90 % de las mismas. La media para este período es de 511,64 ± 127,79 mm; la media anual es de 576,46 ± 145,74 mm y con medias máxima y mínima de 122,43 ± 108,26 mm y 13,26 ± 18,5 mm respectivamente en una serie de 15 años de registros completos (período 1972 a 1989, sin registro en los años 1974, 1976 y 1978); (Saravia Toledo et al, 1995).

Cuadro 1: Precipitación media mensual (mm) – Los Castillos – Dpto. Ambato – Pcia. de Catamarca

Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Media Anual.
2,86	3,50	11,0	27,0	50,0	73,2	133,3	123,0	82,60	27,00	11,60	1,03	546,1

Fuente: Registros pluviométricos del Departamento de Hidrología - Dirección Provincial de Obras Hidráulicas (datos correspondientes a registros pluviométricos de 20 años).

2.2.- Suelos

Los suelos son Haplustoles, de textura franco arenosa a arenosa franco; generalmente de rasgos fluvénticos, profundos, granulometría homogénea con la profundidad; estructura de grado moderado, y tenores de materia orgánica muy bajos. Son suelos poco evolucionados, cuyo material generador es de origen aluvial y, con presencia de carbonatos a partir de la profundidad de 30 cm aproximadamente (Ogas et al. 1994).

2.3.- Tratamientos

Se trabajó sobre un potrero con cultivo de maíz, y potrero con campo natural.

2.3.1.- Potrero con cultivo de maíz: previo al ensayo el lote tuvo la siguiente secuencia de cultivos: avena 1 año; poroto 2 años; 4 años de alfalfa (hasta extinción total) y, en los últimos 3 años cultivo de maíz (Fig. 1).

Al momento del ensayo la parcela mostraba restos - sobre superficie - del cultivo de maíz, revelando que el mismo se efectuó en hileras a 0.70 metros de distancia y distancia entre plantas de 0.20 metros. Las labores de preparación de suelo- para la implantación del cultivo- consistieron de una arada con arado de reja y luego 2 (dos) operaciones con rastra de discos. Profundidad de arada de 0.15 – 0.20 metros. Para la labor de rastrada se usó una rastra de 24 discos, con un diámetro aproximado de 26 pulgadas. Peso del implemento entre 1800 y 2000 kg.



Figura Nº 1: Potrero con cultivo de maíz

2.3.2.- Potrero campo natural: presentaba cobertura vegetal escasa; con fisonomía de bosque abierto muy degradado, con escasos algarrobos (*Prosopis* Sp), abundante estrato arbustivo y presencia importante de cactáceas (género *Trichocereus* Sp). El tapiz gramíneo (géneros *Stipa* Sp; *Setárea* Sp, entre otros), se observó muy escaso y degradado con signos evidentes de sobrepastoreo. Se constató la presencia de grandes espacios desnudos (Fig. 2).



Figura Nº 2: Potrero campo natural

2.4.- Muestreo de suelo

2.4.1.- Para determinación de densidad aparente

El muestreo de suelo para la determinación de este parámetro en cada potrero fue totalmente al azar, con 3 (tres) repeticiones. Las muestras se tomaron a profundidades preestablecidas a saber: 0 - 7.5 cm; de 7.5 - 15 cm y, de 15 - 30 cm; los momentos de muestreo fueron 2 (dos): antes de la entrada de animales al potrero y después que los mismos fueron retirados del sitio. La extracción de muestra en campo se hizo con cilindro extractor metálico. Las muestras se llevaron luego a estufa a 105 °C hasta peso constante.

Para la determinación de este parámetro se siguió el método descrito por (Forsythe; 1975), y los resultados se expresaron en gramos por centímetros cúbicos de suelo.

2.4.2.-Para determinación de textura

La toma de muestras fue totalmente al azar, a 3 (tres) profundidades: de 0 a 10 cm, de 10 a 20cm y de 20 a 35 cm. Se determinó este parámetro por el método de Bouyoucos, con 3 (tres) repeticiones.

2.4.3.- Otros Datos

Carga animal: la carga animal incorporada al ensayo fue de 1.1 UG / ha / año.

Tiempo de permanencia: Los animales permanecieron en los diferentes potreros el mismo tiempo, por lo que se asume que tanto la carga animal como el tiempo de permanencia fueron constantes.

3. Resultados y Discusión

3.1.- Textura.

Tabla 1: Valores porcentuales medios (%) Arcilla – Limo – Arena

Fracciones Granulométricas	Cultivo Maíz	Campo Natural
Arcilla	10	9.5
Limo	35	33.5
Arena	55	57

La tabla 1 muestra los valores medios de las fracciones granulométricas expresadas en porcentaje. Los mismo revelan que los valores porcentuales del limo, arena y arcilla son muy semejantes en relación con los sitios de estudio y con la profundidad y permiten ubicar a las muestras analizadas en la misma clase textural, Franco Arenoso. Esta granulometría y clasificación es la encontrada en la mayoría de los suelos del área y coincidente con la caracterización y clasificación de suelos dada por (Ogas et al. 1994).

3.2.- Densidad.

Los valores de densidad determinados en el primer muestreo corresponden al estado inicial o sea previo a la incorporación de animales al potrero; en la tabla siguiente (tabla 2) se muestran los valores correspondientes a la media de 3 repeticiones.

Tabla 2: Densidad Aparente (gr.cm^{-3}) Inicial

Profundidad (cm)	Cult. Maiz	Campo Natural
0 – 7.5	1.171	1.326
7.5 – 15	1.247	
15 – 30	1.298	1.326 1.336

Densidad expresada en g. cm^{-3} (primer muestreo)

La tabla 2 corresponde a la densidad aparente del suelo previo a la entrada de los animales en los sitios de ensayo. En ella se observa que en el caso del suelo cultivado existe un aumento gradual de la densidad con la profundidad, lo que no ocurre con el campo natural en donde la densidad aparente para los 15 centímetros superficiales es la misma y en la profundidad de 15 a 30 centímetros es levemente mayor; destacándose que los valores hallados están dentro de los valores característicos para suelos no compactados, de textura media (como es este caso).

La comparación - de los valores de las capas correspondientes a cada profundidad - entre tratamientos, muestra que existe una diferencia muy pronunciada en los 7.5 centímetros superficiales.

La capa superficial (de 0 - 7.5 cm), en el potrero de maíz, presenta un valor de la densidad aparente del suelo inferior en un 12% aproximadamente respecto de la misma capa en el tratamiento de campo natural. Este valor (1.171 gr.cm^{-3}) muy por debajo al que le correspondería por su clasificación textural es resultado (indudablemente) del tipo de laboreo -convencional- practicado a ese suelo y reportados en trabajos de suelos texturalmente semejantes y sometidos a laboreo convencional (Adeoye, K. B.; 1982).

Se observa además que aún cuando la densidad aumenta con la profundidad presenta diferencias con las profundidades respectivas de la parcela natural, y evidencia también, la profundidad de acción del arado (20 cm).

La tabla 3 muestra los valores de densidad en las distintas profundidades luego de la estancia de los animales en los potreros de ensayo, es decir, luego de transcurrido el tiempo de permanencia y la salida de los mismos de los potreros.

Tabla 3: Densidad Aparente (gr.cm⁻³) después de la estadía de animales.

Profundidad (cm)	Cult. Maiz	Campo Natural
0 – 7.5	1.219	1.381
7.5 – 15	1.274	1.383
15 – 30	1.344	1.386

Densidad expresada en g. cm⁻³

Los valores de la Tabla 2 y 3 son valores medios de tres repeticiones.

Tabla 4-. Densidad aparente antes y después del pisoteo animal

Profundidad (cm)	Campo Nat. (1)	Campo Nat. (2)	Cult. maíz (1)	Cult maíz (2)
0-7.5	1.326	1.381	1.171	1.219
7.5-15	1.326	1.386	1.247	1.274
15-30	1.336	1.386	1.298	1.344

Densidad (g. cm⁻³) 1. previo entrada animales al potrero -2: luego de la estadía de animales

Tabla 5-. Incremento en % de la Densidad aparente antes y después del pisoteo animal

Profundidad (cm)	Campo Nat (%)	Cult. maíz (%)
0-7.5	41	41
7.5-15	45	22
15-30	37	34

Incremento en % de la Densidad (g. cm⁻³)

1: previo entrada animales al potrero

2: posterior a la salida de los animales

Las tablas 4 y 5 (comparación entre columnas – muestreo 1 y 2) muestran el antes y después del período de estancia de los animales en la parcela. Se observa que el pisoteo provocó variación en la densidad aparente del suelo y que esos cambios fueron diferentes para las diferentes profundidades y con los diferentes tratamientos.

En el potrero de campo natural no hay diferencias significativas (entre líneas) con la profundidad, sí, ocurre un aumento respecto de la situación 1 en donde la comparación entre columnas evidencia la mayor diferencia por efecto del pisoteo en los 15 cm superficiales, mostrando la mayor tendencia a ser afectada por acción de la pata del ganado cuando la superficie tiene escasa cobertura de gramíneas; la diferencia que ocurre en la profundidad de los 15 a 30 cm es muy similar en ambos tratamientos.

Según Parente, el pastoreo en áreas naturales, provoca compactación del suelo principalmente por la sobrecarga animal en relación a la oferta de forraje y también debido al uso de sistemas de manejo inadecuados para las especies forrajeras presentes y las condiciones ambientales del área (Parente, H.N.; Maia, M.O. 2011). Por lo que la condición del potrero con escasa oferta forrajera con áreas desnudas alternando con espacios cubiertos por tapiz gramíneo deteriorado, característico de la zona, provocando mayor tránsito de los animales para obtener agua y alimento, es un importante factor a considerar junto otros parámetros edáficos (humedad, textura, superficie cultivada y otros). Para suelos de zonas pedemontanas la resistencia frente a la acción del pisoteo por el ganado es mayor y, por tanto se compactan menos, cuando ellos sostienen pasturas (Pinzón y Amezcua; 1991).

Respecto de la humedad del suelo, para (Taboada, M. 2007) la respuesta del suelo al tránsito por animales depende del contenido hídrico que posee cuando es pastoreado, siendo, la influencia del pisoteo principalmente de tipo físico-mecánico al afectar el estado de compactación de los primeros centímetros del suelo.

La densidad de raíces subsuperficiales es otro importante factor a considerar por la acción favorable que las mismas tienen en la estabilidad de los agregados estructurales y por tanto en la mayor ó menor resistencia frente a agentes externos.

Para el caso del potrero con cultivo de maíz, el efecto provocado por el pisoteo mostró su máximo efecto en los 7.5 cm superficiales con un incremento del 41% respecto del estado inicial; en la profundidad de 15 - 30 cm el incremento fue del 34%, siendo la capa media de 7.5 a 15 cm la menos afectada, con un incremento del 22%.

Se observa que las diferencias tuvieron un comportamiento irregular con la profundidad, pero donde se puede observar una tendencia, de este parámetro, al incremento frente a la acción del pisoteo animal. En la primera profundidad el incremento (41%) es igual al ocurrido en el campo natural, lo que significa que la resistencia ofrecida por el suelo a la acción del pisoteo fue prácticamente la misma, si se considera que, el incremento de la densidad aparente, provocado por el pisoteo animal, pone de manifiesto tanto la magnitud de la compactación como la resistencia de ese suelo ante la presión de la pata del animal (Bauder et al., 1985).

La presencia de restos del cultivo de maíz así como la morfología de su sistema radicular (gramíneas), denso, y, con importante expansión lateral logra un efecto favorable a la estabilidad de los agregados y crea una mayor resistencia frente al impacto de la pata del animal sobre la estructura, favoreciendo por tanto, la resistencia del suelo para modificar su espacio poroso total. Esta situación donde la máxima densidad de raíces se localiza subsuperficialmente, podría ser responsable del bajo valor del incremento de la densidad aparente del suelo (22%), en la segunda profundidad medida. (Bauder et al., 1985) en referencia a esto dice que cuanto menor sea la resistencia ofrecida por el suelo a acciones externas, mayor será el aumento en su densidad y mayor la compactación del suelo pues está en relación inversa con su resistencia la que es el resultado del tipo de suelo y prácticas de manejo.

La modalidad o tipo de ganadería practicada - ganadería extensiva - y la característica de los suelos (bajas densidades aparentes) así como la clase textural con predominio de la fracción arenosa han sido mencionadas por

algunos estudiosos del tema (Sadeghian, S. et al; 2000) como las causas del reducido incremento en la densidad aparente del suelo por efecto del pisoteo. (Sánchez, P. et. Al; 1989) halló en ganaderías extensivas, con períodos mayores de 15 ó 20 años, efectos casi idénticos sobre el suelo que el producido por sistemas intensivos de producción ganadera en un período de 2 o 3 años. Por lo que el tiempo de ensayo en las condiciones de trabajo reales es un factor importante a tener en cuenta en este tipo de evaluaciones con resultados confiables.

Consideraciones Finales:

1. Las diferencias anotadas en los dos tratamientos ante la misma acción, considerando que, los suelos presentan idénticas características granulométricas, parecen sólo ser causadas por las diferencias de la superficie originadas por el manejo del potrero, los que están correlacionados estrechamente con la presión de pastoreo.
2. La densidad radicular subsuperficial es un parámetro de gran importancia para explicar el impacto del pisoteo sobre el suelo y debe ser incorporado en la programación de las tareas a realizar.
3. En casos como el estudiado, de cortos períodos de tiempo, por la modalidad particular de manejo de la zona debe tenerse en cuenta el tiempo del ensayo, las condiciones ambientales (ocurrencia de precipitaciones) en la permanencia del animal en el potrero y, las mediciones por más de un período a fin de obtener resultados más concluyentes.

5. Bibliografía consultada

ADEOYE, K.B. Effect of tillage depth on physical properties of a tropical soil and on yield of maize, sorghum and cotton. *Soil & tillage Res.*, Amsterdam, v.2, n. 225-231. 1982.

BAUDER, J. W. ; RANDALL, G. W.; SHULER, R. T. Effects of tillage with controlled wheel traffic on soil properties and root growth of corn. *J. of Soil Water Cons.*, Ankeny, v. 40, n. 4, p. 382-385, 1985.

CABRERA, A. L. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II, Fascículo 1. Editorial Acme S:A:C:I:, Buenos Aires. 1976.

FORSYTHE, W. M. Física de suelos: manual de laboratorio. San José: IICA, 1975. 212 p.

NOGUÉS, E. M. et al. Desempeño productivo de un rebaño de llamas (*Lama glama*) en Los Castillos, Dpto. Ambato, Pcia. de Catamarca, Argentina. *Rev. del CIZAS*. año 1. n. 1. P. 31- 46. Fac. Cs. Agrarias. UNCa. 2000.

OGAS, R. R.; PERNASETTI, O., GONZÁLEZ, M. E.; AGÜERO, J. y WATKINS, P. Estudio integral del sistema Pirquitas y manejo de la Subcuenca del Río Los Puestos. Etapa I: estudios Básicos. Tema Suelos. P. 116- 127. Convenio Consejo Federal de Inversiones - Provincia de Catamarca. San Fdo. Del V. de Catamarca. 1994.

PARENTE, H. N., MAIA, M.O. Impacto do pastejo sobre a Compactação dos solos com ênfase no Semiárido. *Revista Trópica, Ciências Agrárias e Biológicas, Brasil*. V. 5, N. 3, pág. 3, 2011

PINZON A. y AMÉZQUITA, E. Compactación de suelos por pisoteo de animales en potreros en piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas tropicales, Colombia*, v.13, n. 2, p.21 - 26. 1991.

SADEGHIAN, S.; RIVERA, J. M.; GOMEZ, M. E. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. [www.fao.org/FRG/AGROFORT/SIAVO SH 6. TXT\(2000\)](http://www.fao.org/FRG/AGROFORT/SIAVO%20SH%206.TXT).

SÁNCHEZ, P.; CASTILLA, C. y ALEGRE J. Grazing pressure effects on the pasture Degradation Process. Doc. N° 42511. CIAT. 182 – 187 p. 1989.

SARAVIA TOLEDO, C. J. et al. Recuperación y Conservación de Áreas Críticas en la Subcuenca de Río Los Puestos. Informe final. p. 225. Convenio Consejo Federal de Inversiones- Provincia de Catamarca. San Fdo. del V. de Catamarca. 1995.

TABOADA, MIGUEL A. Cambios en el Suelo Asociados al Tránsito y Pisoteo de la Hacienda. 2007. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía UBA. www.produccion-animal.com.ar



Secretaría de Investigación y Vinculación Tecnológica

Av. Belgrano y Mtro Quiroga s/n
Campus Universitario
San Fernando del V. de Catamarca - Argentina
TE: 03834 – 430504 /03834 – 435955- int 101
Email: sivitecfca@gmail.com