



Efecto del pastoreo de diferido de maíz sobre características físicas del suelo en lotes de siembra directa

Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias
Agropecuarias. Área de Consolidación, Sistemas de
Producción Pecuarias.

2016

Integrantes: Bárcena, Carlos Martín. Cozzi, Martín Ignacio.

Tutor: Ing. Agr. Horacio A. Valdez.

Cotutor: Ing. Agr. Marcelo Bianchi.

INTRODUCCIÓN

La siembra directa (SD) es una de las tecnologías más idóneas para contribuir a producciones sustentables. Es una técnica basada en el cultivo de la tierra sin arado previo. Así, no se remueven los rastrojos de los cultivos anteriores para asegurar una cobertura permanente del suelo y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del recurso.

Al evitar remover la tierra se garantiza una menor oxidación de la materia orgánica y una mayor estabilidad de los agregados del suelo; al conservar su bioporosidad, los canales generados por las lombrices y las raíces son más estables y permiten mayor ingreso de agua al perfil. Al mismo tiempo, la densa cobertura de rastrojos presente en la superficie protege al suelo del impacto de las gotas de lluvia, reduce el escurrimiento del agua y amplía el tiempo de permanencia sobre los residuos para una mejor infiltración (Stangalini, A. 2013).

En numerosas publicaciones especializadas del país y especialmente extranjeras, se reconoce al fenómeno de compactación del suelo como una degradación de propiedades físicas, la modificación del volumen de poros así como de la estructura de la porosidad del suelo que puede eventualmente resultar en una situación no corregible al menos con las herramientas al alcance del productor (Soane et al.,1980)

La densidad aparente y la velocidad de infiltración son dos propiedades físicas que serán analizadas en el transcurso de este trabajo. Resulta importante definir que la densidad aparente es el peso del suelo para un volumen determinado, como se dijo anteriormente, se la utiliza para medir compactación. En general, cuanto mayor la densidad, menor es el espacio poroso para el movimiento del agua, crecimiento y penetración de la raíces, y el desarrollo de las plántulas. Mientras que la infiltración es una medida de cuan rápidamente el agua penetra en el suelo. El agua que penetra demasiado lentamente puede provocar anegamiento en terrenos planos o erosión por escurrimiento en campos en pendiente.

En sistemas de producción mixtos, la compactación superficial por pastoreo puede constituir un riesgo potencial (Moran et al. 2000). Esto genera dudas acerca de pastorear lotes donde se implementará esta técnica, lo que generaría una separación de la agricultura y la ganadería por parte de los productores.

Con la caída de los precios de los cereales y oleaginosas en el pasado reciente se abrió una gran oportunidad para la ganadería. La incorporación de esta actividad en campos agrícolas da la ventaja de hacer más sustentable y elástico al sistema ante este tipo de situaciones, pero ésta decisión no sólo debe ser una opción coyuntural de ventaja momentánea sino que se debe volver a la producción ganadera con una visión estratégica profundamente comprometida con los modelos productivos sustentables (Milano, Raúl. 2014). Con este trabajo se busca demostrar que la agricultura y ganadería, con un manejo adecuado, pueden complementarse muy bien de no mediar otro impedimento.

Objetivo general

Determinar los efectos del pastoreo y tránsito animal sobre las características físicas del suelo en lotes de siembra directa.

Objetivos específicos

Analizar el efecto del pisoteo sobre la densidad aparente del suelo en parcelas bajo pastoreos diferenciales y sin pastoreo.

Evaluar el impacto del pastoreo sobre la infiltración del agua en el suelo en los distintos tratamientos.

Cuantificar las diferencias de la eficiencia de cosecha del grano de maíz entre los tratamientos con animales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo en el campo escuela de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Córdoba (31° 28 49,42" S y 64°00 36,04" O).

Los suelos son Haplustol éntico, franco limoso en superficie y sub suelos con capacidad de uso III e índice de productividad 68.

El lote 13 utilizado para la experiencia provenía de explotación netamente agrícola en donde se usaba la técnica de siembra directa. El ensayo contó con tres tratamientos principales, cada uno de ellos contaba con una superficie de 5 hectáreas aproximadamente, todos llevados a cabo sobre un diferido de maíz. El Tratamiento 1 fue un pastoreo de una semana, el Tratamiento 2 fue un pastoreo de dos semanas y el tratamiento 3 se cortapicó el maíz esparciéndolo en el lote. Los pastoreos se realizaron durante seis horas por día con una carga animal equivalente de 17,5 cab/Ha con categorías Vacas y Vaquillonas de la raza Aberdeen Angus, con un promedio de 400 Kg/animal.

Las variables experimentales medidas vinculadas a la compactación fueron, densidad aparente en seco (Dap) y velocidad de infiltración (Inf).

Además se midió la materia seca inicial (18/09/2015) y el remanente después de los tratamientos (19/10/2015), particionando en planta y grano de maíz para medir los efectos de haber introducido los animales desde el punto de vista de aprovechamiento del maíz en estado diferido, haciendo hincapié en la eficiencia de cosecha del grano.

El diseño experimental fue totalmente aleatorizado, para todas las variables estudiadas. Se caminó 20-30 pasos en distintas direcciones dentro de cada parcela, donde se procedió a la toma de datos y muestras.

Para cuantificar la variabilidad causada por los tratamientos se realizaron análisis de la varianza, mediante el programa Infostat (versión 2015) mientras que la comparación de medias entre tratamientos se realizó a través del test de Tukey.

Densidad Aparente

Los materiales que se utilizaron para medir densidad aparente fueron:

- Anillo de volumen conocido (en este caso se usó uno de 3.5" de diámetro y 7.5 cm de profundidad = 465.54 cc)
- Maza,
- Bloque de madera,
- Cuchillo de hoja ancha,
- Bolsas sellables y marcador,
- Balanza (precisión 0.1 g)
- Taza de papel.
- Acceso a un horno de gas o microondas.

Los pasos realizados para la medida de densidad aparente fueron los siguientes:

1. Usando la masa y el bloque de madera, se clavó el anillo en el suelo con el borde biselado hacia abajo, hasta una profundidad de 7.5 cm.
2. Para remover el anillo, se cavo alrededor de este con una palita de jardinero y se levantó con cuidado previendo pérdidas de suelo.
3. Se removió el exceso de suelo de la muestra con un cuchillo de hoja ancha, dejando la base de la muestra nivelada con los bordes del anillo.
4. Usando el cuchillo de hoja ancha se empujó la muestra dentro de una bolsa de plástico con cierre. Asegurándose que toda la muestra haya sido introducida en la bolsa. Luego se cerró y etiquetó la bolsa.
5. Se pesaron las muestras en sus respectivas bolsas, registrando el peso total menos el peso de una bolsa vacía.
6. Se tomó una submuestra y se la puso en vasos de aluminio de peso conocido, para luego pesar la submuestra debidamente identificada. Tanto los pesos totales como el de los vasos fueron anotados en las hojas de datos.
7. Los vasos con la submuestra fueron llevados al horno de secado a una temperatura de 70° centígrados hasta peso constante. Se anotó el peso final en la hoja de datos.

Nota: los pasos 5-7 fueron realizados en un laboratorio que cuenta con balanza de precisión con la que se realizaron las pesadas.

La Dap fue medida por el método del peso específico aparente con cilindros estandarizados, registrando las medias de cinco repeticiones por tratamiento, y por repetición, a profundidades de 0-7,5 y 7,5-15 cm.

Infiltración

Los materiales que se utilizaron para la medición de la velocidad de infiltración fueron:

- Anillo de 6 pulgadas de diámetro,
- Envoltura plástica,
- Botella plástica o cilindro graduado de 500 mL,
- Agua destilada,
- Cronometro o programador de horario.

Los pasos realizados para la medida de infiltración fueron los siguientes:

1. Con el anillo de 6'' de diámetro emplazado en su sitio, se usaron los dedos, para suavemente afirmar el suelo solamente alrededor de los bordes internos del anillo para prevenir filtraciones adicionales y evitando disturbar el resto de la superficie del suelo dentro del anillo.
2. Se cubrió con una lámina de plástico, el anillo y la superficie del suelo dentro del anillo. Este procedimiento evita disturbar la superficie del suelo al agregar el agua.
3. Utilizando una botella graduada se vertió 444 ml de agua (1'' (2.54 cm) de agua) en el anillo recubierto con la envoltura de plástico. Con cuidado, se retiró la cobertura de plástico tirando hacia afuera, dejando el agua dentro del anillo. Iniciando el cronometro en este

momento y deteniéndolo en el momento en que la superficie se puso brillante. Anotándose el tiempo (en minutos) en la hoja de datos.

4. El contenido de humedad del suelo va a afectar la velocidad de infiltración; por esto, esencialmente se efectúan dos ensayos de infiltración (si el suelo está seco). La primera pulgada moja el suelo, y la segunda pulgada da una mejor estimación de la velocidad de infiltración del suelo. La repetición se hizo en el mismo anillo, registrándose el tiempo de esta segunda medición en la hoja de datos.

Las variables experimentales independientes, fueron realizadas dentro de un mismo lote, con suelo taxonómicamente igual (Haplustol éntico).

La infiltración solo fue medida al final de los tratamientos en un mismo día.

Materia Seca

Materiales utilizados en la recolección y medición de materia seca:

- Machete o sierra,
- Bolsas de rafia,
- Balanza,
- Estufa.

Para la medición de materia seca inicial se recolectaron plantas en pie que estuvieran dentro de un metro cuadrado (1 m x 1 m), demarcado por un cuadrado de metal. Se recolectaron 5 muestras para cada tratamiento, cortando la planta a 10 cm del suelo.

Para la recolección del remanente se utilizó la misma técnica, con la excepción de que se recolectó la porción de planta que estuviera dentro del cuadrado.

Todas las muestras fueron recolectadas en bolsas de rafia.

Al material se lo llevó a estufa (70° C) en bolsas de papel durante 72 horas para quitarle la humedad y poder determinar la materia seca. En cada muestra se pesó el total del material, luego por separado la espiga, y esta a su vez se diferenció en marlo y grano. Se utilizó para esto una balanza electrónica.

RESULTADOS Y DISCUSION

Densidad Aparente

Los valores de densidad determinados son posteriores a la entrada de los animales y al paso de la corta picadora en el lote de ensayo, en la tabla siguiente (tabla 1) se muestran los valores correspondientes a la media de 5 repeticiones.

Tabla 1: Densidad aparente final a diferentes profundidades bajo distintos tratamientos (gr/cm^3). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de la misma profundidad ($P < 0,1$; Prueba Tukey).

Profundidad	T1	T2	T3
0-7,5 cm	1,11 a	1,15 a	1,14 a
7,5-15 cm	1,26 a	1,27 a	1,20 a

Referencias:

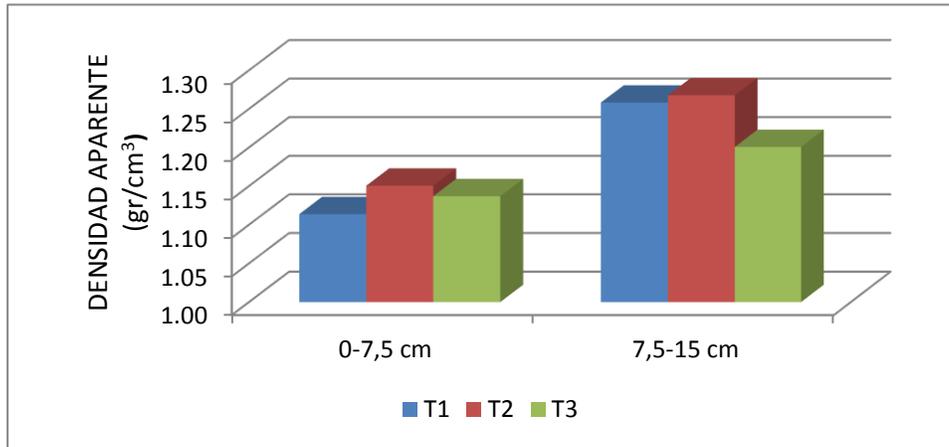
T: Tratamientos, T1= pastoreo de 1 semana, T2= pastoreo de 2 semanas, T3= corta picado

La tabla 1 corresponde a la densidad aparente del suelo después de la entrada de los animales en los sitios de ensayo. No se ven diferencias significativas entre tratamientos en ninguna de las dos profundidades estudiadas. En ella se observa que en todos los tratamientos existe un aumento brusco de la densidad con la profundidad. Éste efecto, de un aumento de la densidad aparente entre los 7,5-15 cm, puede estar atribuido a la menor presencia de raíces tal como fue observado en otros trabajos, los cuales evaluaban el efecto del pisoteo durante el ciclo de pastoreo de un verdeo invernal (Arranz et al, 2004; Kiessling et al., 2007).

Otro efecto por el cual estos resultados no son tan variables puede estar determinado por el contenido de humedad edáfica al momento de realizados los tratamientos, estando esta época caracterizada por bajas precipitaciones. Taboada. M (2007) expone en su trabajo que cuando el suelo está próximo a la sequedad, su capacidad portante es máxima, y de este modo, la probabilidad de que sufra daño estructural es mínima. En cambio, cuando el suelo está húmedo, su capacidad portante es menor, y se vuelve propenso a sufrir compactación superficial. Esto no es otra cosa que la deformación superficial del suelo para soportar el peso del animal. Esta deformación se hace a expensas del espacio de macroporos.

Estos resultados son promisorios, ya que en el corto plazo, el pisoteo no afectaría la densidad aparente en siembra directa, y por lo tanto es factible el desarrollo de un planteo agrícola-ganadero en dicho sistema de labranza.

En el siguiente gráfico se observa la variación de la densidad aparente entre los distintos tratamientos, también se puede observar como ésta aumenta con la profundidad.



Referencias:

T: Tratamientos, T1= pastoreo de 1 semana, T2= pastoreo de 2 semanas, T3= corta picado

Figura 1: Variación de la densidad aparente en función de la profundidad entre tratamientos.

En el tratamiento 3 se ve como el aumento de la Dap fue menor con respecto a la profundidad en comparación con los demás tratamientos, sin embargo no se observan diferencias significativas en el análisis estadístico.

Velocidad de infiltración

En el figura siguiente (Figura 4) se observan dos mediciones, la primera no se tiene en cuenta para el análisis ya que la misma se usa para mojar el suelo, mientras que la segunda da una mejor estimación de la velocidad de infiltración del suelo.

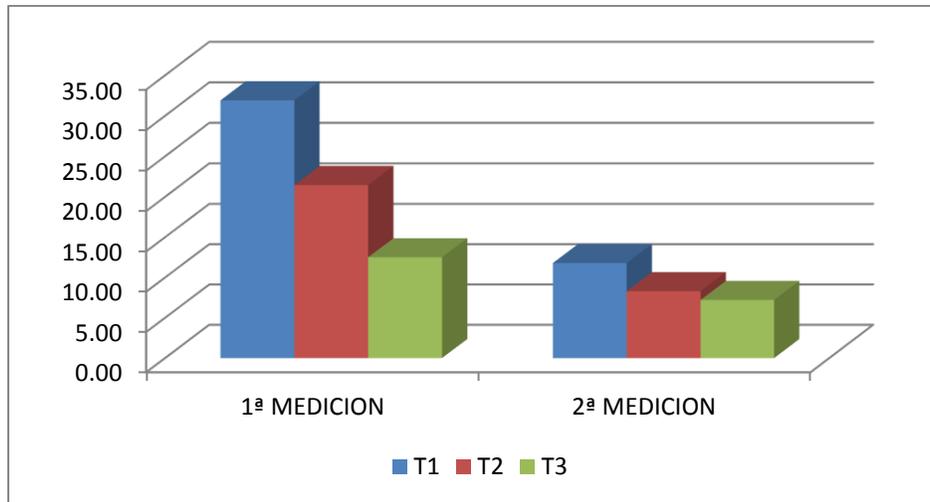
Tabla 2: Velocidad de infiltración media de los distintos tratamientos (cm/h). Las letras distintas indican diferencias significativas dentro de las mediciones ($P < 0,1$; Prueba Tukey).

	1ª MEDICION	2ª MEDICION
TRATAMIENTO 1	31,90 b	11,79 b
TRATAMIENTO 2	21,45 a b	8,30 a
TRATAMIENTO 3	12,51 a	7,21 a

Referencias:

T: Tratamientos, T1= pastoreo de 1 semana, T2= pastoreo de 2 semanas, T3= corta picado

En la tabla 2 se puede observar que en la segunda medición, el T1 muestra diferencias estadísticas significativas con respecto a los otros dos tratamientos.



Referencias:

T: Tratamientos, **T1**= pastoreo de 1 semana (6 hs/día), **T2**= pastoreo de 2 semanas (6 hs/día), **T3**= corta picado.

Figura 2: Promedios de velocidades de infiltración de los distintos tratamientos (cm/h).

En la tabla 2 se puede observar y más gráficamente en la Figura 2, una tendencia a disminuir la velocidad de infiltración a medida que aumenta el tiempo de permanencia de los animales.

La diferencia que puede observarse del tratamiento T1 con respecto al tratamiento T2, pudo estar dada por el mayor tiempo de pastoreo, por lo tanto mayor pisoteo y tránsito animal en T2. En el tratamiento T3 la disminución en la velocidad de infiltración del agua en el suelo pudo estar dada por la falta de cobertura que resultó del cortapicado. Sánchez Navarro, A. et al (2009) pudieron observar que el suelo desnudo es el que tiene la velocidad de infiltración más baja.

Al momento de realizadas las mediciones se observaron abundante presencia de raíces provenientes del maíz diferido, las cuales pueden ser un factor importante al momento de modificar la infiltración. Tal como dice Green et al., (1994), la vegetación incrementa la infiltración de agua mediante dos acciones: a) por encauzamiento debajo de sus tallos y b) por poseer macroporos en la base de las plantas a través de los cuales el agua puede entrar rápidamente en el suelo.

Materia seca

Tabla 3: Peso de materia seca promedio iniciales y finales (T1, T2 y T3) de los componentes de la planta de maíz (gr/m²). Las letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0,1$; Prueba Tukey).

	MS total (gr/m ²)	MS tallo y hoja (gr/m ²)	MS espiga (gr/m ²)	MS grano (gr/m ²)	MS marlo (gr/m ²)
INICIAL	0,525 b	0,218 b	0,307 b	0,192 b	0,115 b
T1	0,317 a	0,210 b	0,107 a	0,065 a	0,042 a
T2	0,274 a	0,189 a b	0,085 a	0,053 a	0,032 a
T3	0,198 a	0,087 a	0,111 a	0,057 a	0,054 a

Referencias:

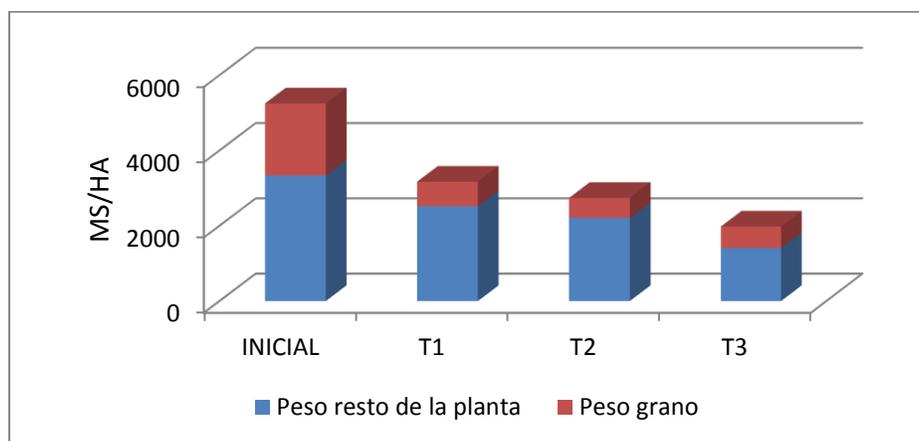
T: Tratamientos, T1= pastoreo de 1 semana (6 hs/día), T2= pastoreo de 2 semanas (6 hs/día), T3= corta picado.

MS= materia seca.

Podemos observar en la tabla 3 que no hay diferencias significativas entre los tratamientos pero si con la MS inicial.

Ya que el objetivo del pastoreo era aprovechar el grano como fuente energética, el análisis está dirigido hacia este componente. A pesar de que la MS en el tratamiento 3 fue dejada en el lote, hay una disminución de la cantidad de la misma con respecto a los otros tratamientos. El cortapicado redujo su tamaño, quedando propensa a ser arrastrada por el viento, esto generó un suelo con menor cobertura.

En la figura 3 se puede observar la participación del grano con respecto al resto de la planta.

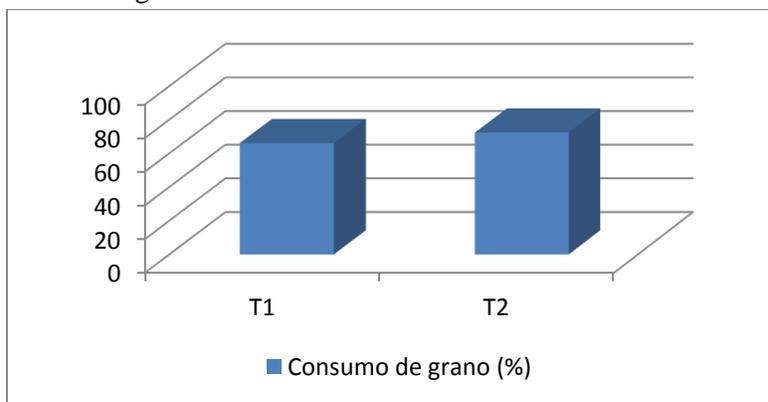


Referencias:

T: Tratamientos, T1= pastoreo de 1 semana (6 hs/día), T2= pastoreo de 2 semanas (6 hs/día), T3= corta picado.

Figura 3: Peso de materia seca de planta entera con su participación de grano y resto de la planta por hectárea (MS/Ha).

En base a las mediciones del remanente del maíz diferido, se determinó un aprovechamiento del grano aproximado del 66% en el tratamiento 1 y del 72% en el tratamiento 2, observándose una eficiencia en la cosecha del grano similar en estos tratamientos.



Referencias:

T: Tratamientos, T1= pastoreo de 1 semana (6 hs/día), T2= pastoreo de 2 semanas (6 hs/día).

Figura 4: Consumo de grano en los tratamientos 1 y 2 en relación porcentual a la cantidad inicial del mismo (%).

CONCLUSION

La presencia de valores similares de densidad aparente en la profundidad de 7,5-15 cm en todos los tratamientos, hace sospechar la existencia de pisos de labranza previa, pudiendo ser una de las causas la utilización de maquinaria de laboreo inadecuada.

Tanto el aumento de tiempo de permanencia de los animales en el lote como también dejar poca cobertura vegetal traen como consecuencia la disminución de la velocidad de infiltración. Es importante manejar la cantidad del remanente del pastoreo como así también el tiempo de permanencia de los animales con el fin de evitar influir negativamente sobre el suelo.

Ante bajos rendimientos o causas que no justifiquen la cosecha mecánica del grano una buena alternativa es hacerlo con animales, que como se vio anteriormente, demostraron un buen aprovechamiento del mismo y un bajo impacto sobre las características físicas del suelo.

Es importante continuar con este trabajo ya que el tiempo de duración de la experiencia no fue suficiente como para generar información que logre acercarse a la realidad y así apreciar los efectos del pastoreo sobre las características físicas del suelo a largo plazo.

Cabe aclarar que la siembra directa es una tecnología que no estuvo en discusión en este trabajo. Podemos concluir que los problemas en las características físicas del suelo que pueden llegar a surgir van más allá de utilizar animales en lotes donde se aplica la labranza cero, ya que un manejo inadecuado tanto de esta técnica como del pastoreo pueden impactar negativamente sobre el recurso suelo.

El problema de compactación persiste aun este o no pastoreado el lote. Habría que evaluar distintas técnicas para revertir este problema.

BIBLIOGRAFÍA

Antonio Sánchez Navarro, Arantzazu Blanco Bernardeau, Marina Fernández-Delgado Juárez, María Eugenia Ramos Font y Juan Antonio Sánchez Romero. 2009. Estudio de la influencia de diferentes prácticas agrarias de manejo del suelo, sobre la tasa de infiltración de un calcisol. Estudios en la Zona No Saturada del Suelo. Vol. IX. Silva et al. Barcelona, 18 a 20 de Noviembre, 2009

Arranz C., Galantini J.A., Iglesias J.G., Krüger H. y S. Venanzi. 2004. Sistemas de labranza: Efecto del pastoreo animal sobre la distribución del tamaño de poros. XIX CACS, Paraná 22-25 junio 2004.

GREEN.R. S. B.; KINNELL, P I. A.; WOOD, N. T, 1994.Role of plant cover and stock transpling on runoff and soil erosion from Semi-arid Wooded Rangelands.AustralianJournal of SoilResearch, 41, 279-290.

Milano, Raúl. 2014. El 2015 será la gran oportunidad de la ganadería Argentina. Rosgan. http://www.rosgan.com.ar/el-2015-sera-la-gran-oportunidad-de-la-ganaderia-argentina/#.V6uTI_nhDb0.

Soane, B.D. 1980. The role of field traffic studies in soil management research. Soil&TillageResearch 1: 205-237.

Stangalini, Andrés. 2013. Siembra directa: la elegida para conservar el suelo. INTA informa. <http://intainforma.inta.gov.ar/?p=18029>.

Taboada, Miguel A. 2007. Cambios en el suelo, asociados al tránsito y pisoteo de la hacienda. Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes, Facultad de Agronomía UBA. http://www.produccion-animal.com.ar/suelos_ganaderos/51-cambios_en_suelo.pdf.

USDA. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Traducción al español de (Soil quality test kit guide) Pag 7-10 y 55-56.