



XXIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro

San Fernando del Valle de Catamarca,
Prov. de Catamarca, Argentina
21 al 24 de mayo de 2024



AACCS
ASOCIACION ARGENTINA
CIENCIA DEL SUELO

EVALUACION DE INDICADORES EDAFICOS EN AREAS NORMALES Y BAJO MANCHON DE PASTURAS EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA PAMPEANA.

Fernández, R.^{1,2*}, Álvarez, C. O.¹, Kloster, N.^{1,2}, Quiroga, A. R.^{1,2}.

¹INTA Anguil; ² Facultad de Agronomía UNLPam; * Ruta 5, km 580 Provincia La Pampa, fernandez.romina@inta.gob.ar

RESUMEN:

Los parches o manchones caracterizados por menor producción y persistencia de las pasturas perennes son cada vez más frecuentes. El objetivo fue evaluar indicadores de suelo en sectores bajo manchón con respecto a áreas normales en el cultivo de alfalfa pura y alfalfa + festuca. Se sembró alfalfa y alfalfa + festuca en 2020. En 2023 sobre manchón y área normal se evaluó conductividad hidráulica saturada (CH), materia orgánica total (MOT) y contenido de fósforo extractable (P). En ambas pasturas se encontró que la CH fue mayor en el sector normal, con respecto al manchón. El contenido de P en el sector manchón fue mayor en un 59 y 20 % para 0-10 y 10-20 cm de profundidad, respectivamente, con respecto al sector normal. Con respecto al contenido de MOT el valor inicial (año 2020) fue similar al medido en el año 2023 en el sector manchón para 0-10 cm de profundidad, en cambio en el sector normal el contenido de MOT aumentó un 16 %. En alfalfa+festuca, también el contenido de MOT en el sector manchón en el año 2023 fue similar al contenido inicial, pero en el sector normal, el aumento fue del 11 %. Para la profundidad de 10-20 cm el suelo con alfalfa presentó similares contenidos de MOT entre 2020 y ambos sectores del 2023. En cambio, para alfalfa+festuca en el sector manchón el contenido de MOT fue significativamente menor con respecto al inicio y al sector normal (2023). Los indicadores de suelos evaluados en las áreas bajo manchón en alfalfa y alfalfa+festuca presentan menores valores de CH y MO con respecto a las áreas de suelo normales, en cambio el contenido de P fue mayor bajo manchón con respecto a las áreas normales debido a la menor extracción del nutriente a través de los años.

PALABRAS CLAVE: alfalfa, alfalfa+festuca, conductividad hidráulica, materia orgánica.

INTRODUCCION

En sistemas mixtos de producción la compactación incide negativamente en la captación del agua de lluvia, favoreciendo el proceso de encharcamiento y escurrimiento, limitando la transitabilidad del suelo. La profundidad a la cual se produce este proceso resulta variable, pero se pueden encontrar costras en superficie o compactaciones a mayor profundidad (desde los 8 a los 22 cm). Estos impedimentos no son uniformes en el mismo lote y se manifiestan a través de “manchones o parches” en los principales cultivos y pasturas de la rotación. Los parches se caracterizan por sus límites relativamente bien definidos y pueden ocupar del 10 al 50% de la superficie total, alternando con áreas normales donde la vegetación presenta mayor desarrollo (Bonadeo *et al.*, 2006). El origen de los parches o manchones podría ser debido al efecto residual de los sistemas de labranza previos (Panigatti *et al.*, 1971), por efecto de la maquinaria de mayor peso y el tránsito (Botta *et al.*, 2006), puede ser efecto de “piso de sembradora”, es decir hasta donde escarifican las cuchillas y órganos de siembra (Quiroga com. personal). Bonadeo *et al.* (2006) trabajando en la llanura Cordobesa, encontraron que los manchones correspondían a áreas planas o ligeramente deprimidas con problemas de sales y sodio a distinta profundidad. No obstante, cualquiera sea el origen, la presencia de



UNCA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA



Instituto Nacional de
Tecnología Agropecuaria

densificaciones y manchones es cada mayor, y cada lote y/o ambiente dentro de un mismo lote puede requerir de una estrategia distinta.

La Región Semiárida Pampeana (RSP) no está exenta de esta problemática. Las pasturas de alfalfa puras o consociadas evidencian a partir del segundo año “manchones” con distinta tasa de crecimiento. En estos manchones la producción de biomasa aérea y radicular es menor (Romero *et al.*, 2000) con respecto al suelo lindante.

La presencia de los manchones y la reducción de vida útil de la alfalfa ha sido estudiada en la región Pampeana por diferentes grupos de trabajo (Panigatti *et al.*, 1971; Romero *et al.*, 2000, Bonadeo *et al.*, 2006 y Miretti *et al.*, 2012), pero aun en la RSP no se ha abordado esta temática que limita la producción de forraje y que impacta seriamente en la escasa persistencia de la pastura en los sistemas mixtos.

Objetivo: Evaluar indicadores de suelo en sectores bajo manchón con respecto a áreas normales en el cultivo de alfalfa pura y alfalfa + festuca.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo sobre un Paleustol petrocálcico localizado en el centro de la provincia de La Pampa. El 9/4/2020 se sembró alfalfa (*Medicago Sativa*) a una densidad de 8 kg ha⁻¹ y alfalfa+festuca 8 kg ha⁻¹ y 15 kg ha⁻¹, respectivamente. Las características del suelo en cuanto a textura, materia orgánica, pH y fósforo extractable (P) se presentan en la Tabla 1.

Se determinó biomasa aérea a los 215, 284, 404, 548, 632, 673, 719, 898, 973, y 1041 días desde la siembra (5/11/2020, 14/1/2021, 14/5/2021, 12/10/2021, 4/1/2022, 15/2/2022 y 31/3/2022, 19/10/2022, 5/12/2022, 13/1/2023, respectivamente) en una superficie de 0,25 m² en cada parcela a una altura de corte de 5 cm del suelo y las muestras fueron secadas en estufa a 60 C°.

A partir del segundo año se localizaron dos sectores sobre el suelo uno de ellos con menos plantas m⁻² y de menor tasa de crecimiento que fue denominado “manchón” y el sector lindante donde la pastura presentó mayor densidad y tasa de crecimiento fue denominado “normal”. Al tercer año de producción de alfalfa y alfalfa+festuca sobre el área manchón y normal, se localizaron 4 puntos de muestreo en los cuales se determinó: conductividad hidráulica saturada (CH) en muestras sin disturbar (Gavande, 1972) a 0-6, 6-12 y 12-24 cm de profundidad; materia orgánica en 0-10 y 10-20 cm de profundidad y contenido de P en 0-20 cm de profundidad. Con los datos de MO y arcilla + limo (A+L), se calculó el índice de materia orgánica del suelo (IMO= (MO/A+L)*100) (Quiroga *et al.*, 2006). Además, en área normal y bajo manchón se evaluó el color de suelo (0-20 cm) en húmedo utilizando la carta Munsell.

Los resultados fueron analizados mediante análisis de la varianza y la comparación de medias se realizó mediante Test de Fischer (p≤ 0.1) utilizando el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

Tabla 1: Arcilla y limo (A+L), materia orgánica (MO), fósforo extractable (P) y pH en el estrato de 0-20 cm del perfil del suelo (Prof).

A+L (%)	MO (%)	P (ppm)	pH	Prof (cm)
33	1,67	28	6,8	140

RESULTADOS Y DISCUSION

La CH en el sector manchón fue menor en ambas pasturas (Figura 1 a y b). Para el cultivo de alfalfa se encontró que la CH medida a los 0-6, 6-12, 12-18 y 18-24 cm fue 40, 158,17 y 25 % mayor, respectivamente, en el sector normal, con respecto al manchón, con diferencias estadísticas significativas solamente en el estrato comprendido entre 6-12 cm de profundidad

(Figura 1, a). Para el suelo bajo alfalfa+festuca en las mismas profundidades, la CH fue un 42, 134, 41 y 10% mayor en el sector normal con respecto a manchón. Esta diferencia en la dinámica hídrica trae aparejada diferencias importantes en la eficiencia en el uso del agua que fue para alfalfa de 13 y 7,4 kg materia seca ha⁻¹ para el área normal y manchón, respectivamente y para alfalfa+festuca de 12,6 y 6,8 kg materia seca ha⁻¹ para el área normal y manchón, respectivamente.

En un estudio llevado a cabo hace varios años, Panigatti *et al.* (1971) encontraron que en los manchones era menor el contenido de agua útil y que la producción de biomasa había disminuido considerablemente, así como también la calidad del forraje en términos de proteína. Los autores remarcan que el contenido de materia seca fue mayor en áreas de manchón debido a la pérdida de humedad de la planta y a un menor porcentaje de hojas.

En áreas bajo manchón las raíces evidenciaron cambios en su morfología donde predominó un crecimiento vertical en los primeros 10 cm y luego crecimiento paralelo a la superficie de suelo entre los 10 y 25 cm, además se evidencian raíces más finas y fratachadas. En cambio las raíces de áreas normales presentaban un crecimiento en forma vertical, con raíces de mayor grosor y desarrollo en toda la profundidad explorada (Figura 2 a y b). Esta problemática limita la habilidad de la raíz de acceder al agua y nutrientes de capas de suelo más profunda (Brown *et al.*, 2006), además al restringirse la fotosíntesis y conductancia estomática es afectada en consecuencia la biomasa aérea (Masle, 1998) y se resiente la productividad y persistencia de la pastura (Miretti, 2011).

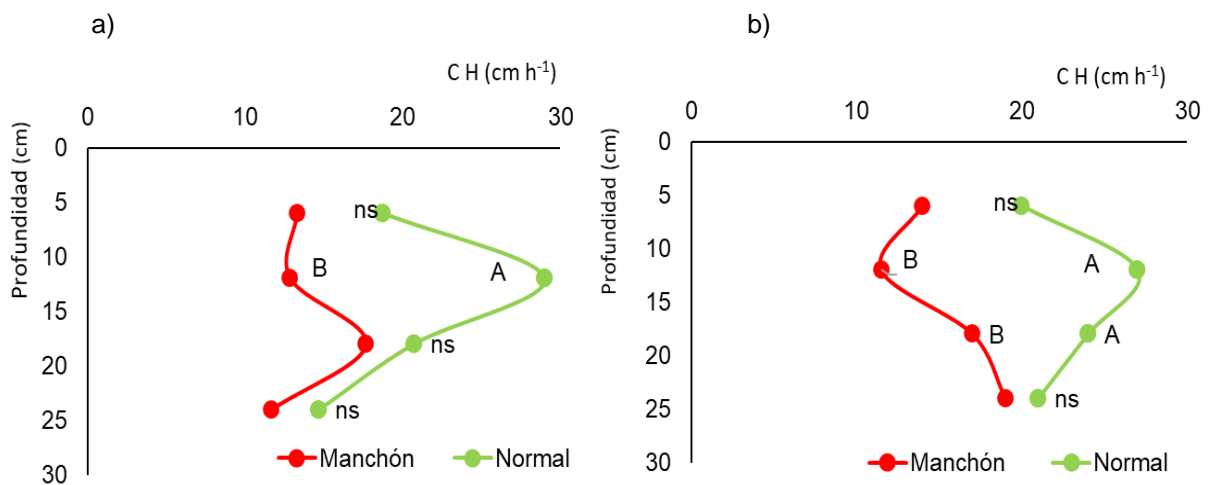


Figura 1: Conductividad hidráulica (CH) en a) alfalfa y b) alfalfa+festuca, en manchón y sin manchón

a)

b)



Figura 2: Morfología de raíces en área a) manchón y b) planta izquierda manchón, planta derecha normal.

El contenido de P en el sector manchón fue mayor en un 59 y 20 % para 0-10 y 10-20 cm de profundidad, respectivamente, con respecto al sector normal, con diferencias estadísticas significativas para 0-10 cm (Figura 3). Si bien los datos analíticos demuestran mayor contenido de fósforo en los sectores bajo manchón, es importante conocer la condición física del suelo para determinar/evaluar la disponibilidad que tendrán las raíces al nutriente.

Estos resultados demuestran que hubo efecto de largo plazo en los sectores bajo manchón donde las problemáticas asociadas a la compactación por la pérdida de los macroporos dan lugar a que las raíces no pueden penetrar en los agregados por presentar altas resistencias a la penetración y los nutrientes contenidos en los mismos, como el fósforo por ejemplo, no quedan disponibles para el aprovechamiento por parte de las raíces. La menor tasa de extracción de fósforo a través del tiempo daría lugar a mayores contenidos en los sectores bajo manchón.

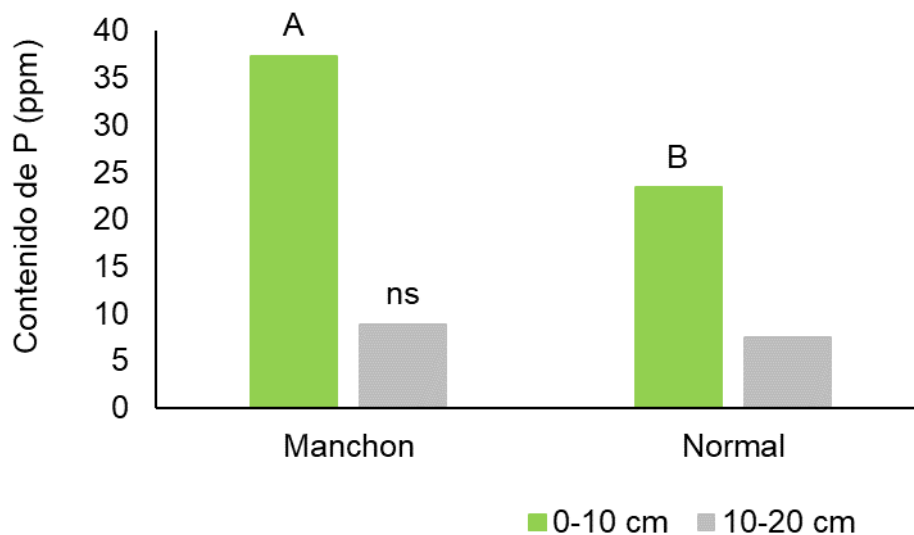


Figura 3: Contenido de fósforo en suelo bajo alfalfa en área normal y manchón, en 0-10 y 10-20 cm de profundidad.

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos para la misma profundidad ($p < 0,10$).

A fin de evaluar el efecto acumulado de incluir pasturas en la rotación se presentan en la Tabla 2 los contenidos de materia orgánica total (MOT) en 0-10 y 10-20 cm de profundidad. Para el

suelo bajo alfalfa, el valor encontrado en el contenido de MOT al inicio de la experiencia (año 2020) fue similar al medido en el año 2023 en el sector manchón para 0-10 cm de profundidad, en cambio en el sector normal el contenido de MOT aumentó 16 % presentando diferencias estadísticas ($p < 0,026$) (Tabla 2). En alfalfa+festuca, también el contenido de MOT en el sector manchón en el año 2023 fue similar al contenido inicial, pero en el sector normal, el aumento fue del 11 % con diferencias estadísticas significativas. Para la profundidad de 10-20 cm el suelo con alfalfa presentó similares contenidos de MOT entre 2020 y ambos sectores del 2023. En cambio, para alfalfa+festuca en el sector manchón el contenido de MOT fue significativamente menor con respecto al inicio y al sector normal (2023).

El color del suelo es uno de los indicadores más fácil de determinar y puede resultar estratégico al momento de evaluar un lote o ambiente productivo. Los resultados de este trabajo demostraron que el suelo en sectores normales fue considerablemente más oscuro que en sectores bajo manchón en ambas pasturas. Estos resultados coinciden con los expuestos por Miretti (2011) quién también encontró colores notablemente más claros en el horizonte Ap en áreas bajo manchón con respecto a áreas normales de crecimiento de alfalfa. Colores más oscuros del suelo, se relacionan con mejor estructura, suelo más poroso y con mejores condiciones para el desarrollo de las raíces que impacta en la eficiencia en el uso del agua y en el ciclo y accesibilidad de los nutrientes.

Tabla 2: Contenido de materia orgánica total (%) al inicio de la experiencia (2020) y al finalizar (2023).

	Alfalfa		Alfalfa+Festuca	
	0-10	10-20	0-10	10-20
Inicio 2020	1,80 B	1,48	1,80 B	1,48 AB
Manchón 2023	1,78 B	1,45	1,67 B	1,36 B
Normal 2023	2,10 A	1,54	2,00 A	1,56 A

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

El IMO (relación entre el contenido de MO con arcilla+limo) es un buen indicador para el estado de salud física de suelos en la RSP. Diferentes estudios han encontrado un valor entre 4,5 a 5 considerado como IMO umbral, que condiciona la productividad de los cultivos (Quiroga *et al.*, 2006). Suelos con valores menores al umbral frecuentemente presentan problemas de estructura, densificación con pérdida de macroporosidad, condicionando no solo la captación del agua de las precipitaciones y el uso eficiente de las mismas sino también la eficiencia en la captura de carbono por parte de los cultivos agrícolas (Quiroga *et al.*, 2006). Los resultados de la experiencia demostraron que el valor de IMO fue similar para la alfalfa y disminuyó en alfalfa+festuca en las áreas de manchón con respecto al valor inicial. En cambio, en los sectores normales el valor del IMO aumentó demostrando el efecto positivo de incluir una pastura en suelos que no se encuentran condicionados por problemas físicos.

Tabla 3: Indicador de materia orgánica (IMO) al inicio y final de la experiencia.

	Alfalfa	Alfalfa+Festuca
Inicio 2020	4,9	4,9
Manchón 2023	4,8	4,5
Normal 2023	5,5	5,3

El uso de la pastura en el área manchón (plantas con menor desarrollo) que seguramente tiene la misma intensidad y frecuencia que en áreas normales limita la acumulación de reservas para garantizar el próximo rebrote, lo que desencadena en la pérdida de plantas. La formación de estos sectores con menor productividad y longevidad de las plantas limitaría la expansión del área cultivada con pasturas de alfalfa (Miretti *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Los indicadores de suelos evaluados en las áreas bajo manchón tanto en alfalfa como alfalfa+festuca presentan menores valores de CH y MO con respecto a las áreas de suelo normales.

El contenido de P fue mayor bajo manchón con respecto a las áreas normales debido probablemente a la menor extracción del nutriente a través de los años.

Fue posible aumentar el indicador IMO en ambas pasturas en áreas normales, con respecto al valor inicial, mientras que bajo manchón se mantuvo similar o levemente inferior. Se infiere, que, por efecto acumulado, estas diferencias entre ambas áreas continuaran acentuándose.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo del establecimiento "La Nueva Escocia" de la localidad de Anguil-La Pampa, donde fue establecido y llevado adelante la experiencia durante los 3 años.

Deseamos agradecer a la Región CREA "Oeste Arenoso", quien priorizó la línea de investigación y que junto a los proyectos del INTA (PE I009, RIST 503, PE 132) se logró financiar la experiencia.

BIBLIOGRAFIA

- Bonadeo, E., Hampp, E.R., Bongiovanni, M.D., Moreno, I.S. & Odorizzi, A. (2006). Relationships between soil physical and chemical properties and alfalfa (*Medicago sativa* L.) roots in patched soils. *Ciencia del Suelo* 24: 101-107.
- Botta, G., Jorajuria, D., Rosatto, H. & Ferrero, C. (2006). Light tractor traffic frequency on soil compaction in the Rolling Pampa region of Argentina. *Soil Till. Res.* 86: 9-14.
- Brown, D. A., Clark, L. J., Howarth, J. R., Parmar, S. & Hawkesford, M. J. (2006). Mechanical impedance and nutrient acquisition in rice. *Plant Soil* 280: 65-76.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. (2020). Grupo InfoStat. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Masle, J. (1998). Growth and stomatal responses of wheat seedlings to spatial and temporal variations in soil strength of bi-layered soils. *Journal of Experimental Botany* 49: 1245-1257.
- Miretti, M.C. (2011). Influencia de propiedades físico-químicas de un Argiudol del Centro de Santa Fe en la aparición de manchones improductivos de alfalfa. Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas de la Universidad del Litoral. 117pág.
- Miretti, M., Imhoff S., Da Silva, A. & Lavado, R. (2012). Soil structure degradation in patches of alfalfa fields. *Scientia Agricola* 67: 604-610.
- Panigatti, J.L., Piñeiro, A. y Mosconi, F.P. (1971). Manchones en cultivos de la zona central de Santa Fe. *Revista de Investigaciones Agropecuarias INTA.* 8: 141-154.
- Quiroga, A., Funaro, D., Noellemeyer, E. & Peinemann, N. (2006). Barley yield response to soil organic matter and texture in the Pampas of Argentina. *Soil & Till Res.* 90: 63-68.
- Romero, L. A, Giorgi R. E, Tosolini R. A, Sapino V.I., Giailevra D. C., Zapatero D. A. y Comerón E. A. (2000). Pérdidas en pasturas de alfalfa asociadas a encharcamientos. *Rev.Arg. Prod. Animal* 20: 221-222.