

Artículo de divulgación

Variables edáficas para la caracterización a campo de suelos pasturiles

Sosa, O.; Zerpa, G.; Martín, B. y Mansilla, D.

Cátedra de Manejo de Tierras
Facultad de Ciencias Agrarias – UNR
oscarso1@hotmail.com

Introducción

En Argentina las pasturas cultivadas constituyen el principal recurso alimenticio para la producción bovina. El uso se basa fundamentalmente en el pastoreo directo de la hacienda. Cuando un sistema está sujeto a este tipo de manejo se generan interacciones complejas entre los animales, las plantas y el suelo. Las mismas impactan sobre las características de la vegetación y del medio edáfico.

A menudo, las ineficiencias asociadas al manejo de las pasturas suelen ser significativas (Agnusdei, 2008). Acciones como una mala implantación, el sobrepastoreo, el pastoreo con elevada humedad superficial del suelo, etc., comprometen seriamente la productividad del sistema. A su vez, las prácticas de labranza, el tránsito de maquinarias y el pisoteo animal pueden desmejorar la condición física del suelo, tanto superficial como subsuperficial (Defosse y Richard, 2002; Taboada, 2007), creando ambientes desfavorables para el crecimiento radical, el movimiento del agua en el perfil y la captación de nutrientes por las plantas. Ello impacta negativamente sobre la producción forrajera (Drewry y Cameron, 2008; Glab, 2013).

Ante esta situación –lamentablemente, bastante frecuente– es de suma importancia conocer el grado de deterioro que presenta una pastura a fin de tomar decisiones de manejo, que pueden incluir prácticas de rehabilitación de las mismas. **Para un rápido diagnóstico se impone el empleo de variables cuantificables y expeditivas de campo.** En lo referente a la caracterización del suelo conviene recurrir a determinaciones fuertemente vinculadas con el nivel de compactación o con el estado de la estructura. En el primer caso se sugiere la medición a campo de la resistencia mecánica a la penetración (RP), por la rapidez que brinda para la obtención de datos y por su sensibilidad para detectar diferentes grados de compactación en el perfil, tanto vertical como horizontalmente. Para el estudio in situ de la estructura se han desarrollado métodos como la Calificación Visual de la Calidad Estructural (Cve), según Ball et al., 2007. Otro aporte de interés para estos fines puede ser suministrado por el análisis del perfil cultural, que permite reconocer capas según el estado de determinados atributos influenciados por las prácticas de manejo. Este estudio, tal cual fue desarrollado por Henin y Dupuis (1972) y posteriormente modificado por

Gautronneau y Manichot (1987), es cualitativo. Para contribuir a su valoración numérica, Zerpa (2006) desarrolló un método semicuantitativo, que permite obtener un Índice de Perfil Cultural (IPC).

Respecto a las variables mencionadas, este grupo de trabajo ha publicado artículos en Agromensajes (Sosa et al., 2010; Sosa et al., 2012; Zerpa et al., 2013), en donde se explican las características metodológicas, se brinda información sobre su aplicación y se analizan algunos resultados experimentales. En la ocasión, el propósito es destacar la importancia de las mismas en el estudio de los suelos bajo pasturas, y sus relaciones entre las mismas y respecto a otras variables.

Relaciones de RP, Cve, IPC entre sí y con otras variables en suelos bajo pasturas

Durante el otoño de 2012 se muestrearon nueve pasturas implantadas, tres situadas en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias, Zavalla (P1, P2 y P6) y las restantes en establecimientos de la zona rural de Zavalla (P3 y P4), de Coronel Arnold (P5), de Pujato (P7 y P8) y de Roldán (P9), todas en sectores sin limitaciones de drenaje y con suelo Argiudol Vértico. La situación geográfica del área de muestreo se expone en la Imagen 1. La edad de las pasturas era de un año para P1, dos años para P2 a P6 y P9, siete años para P7 y 4 años para P8. Las mismas habían sido utilizadas mediante pastoreo rotativo, con excepción de P5 (destinada a cortes). Salvo P6 que era un alfalfar puro, la composición del resto fue: alfalfa (*Medicago sativa* L.), festuca (*Festuca arundinacea* Schreb.) y cebadilla (*Bromus catharticus* Vahl.).

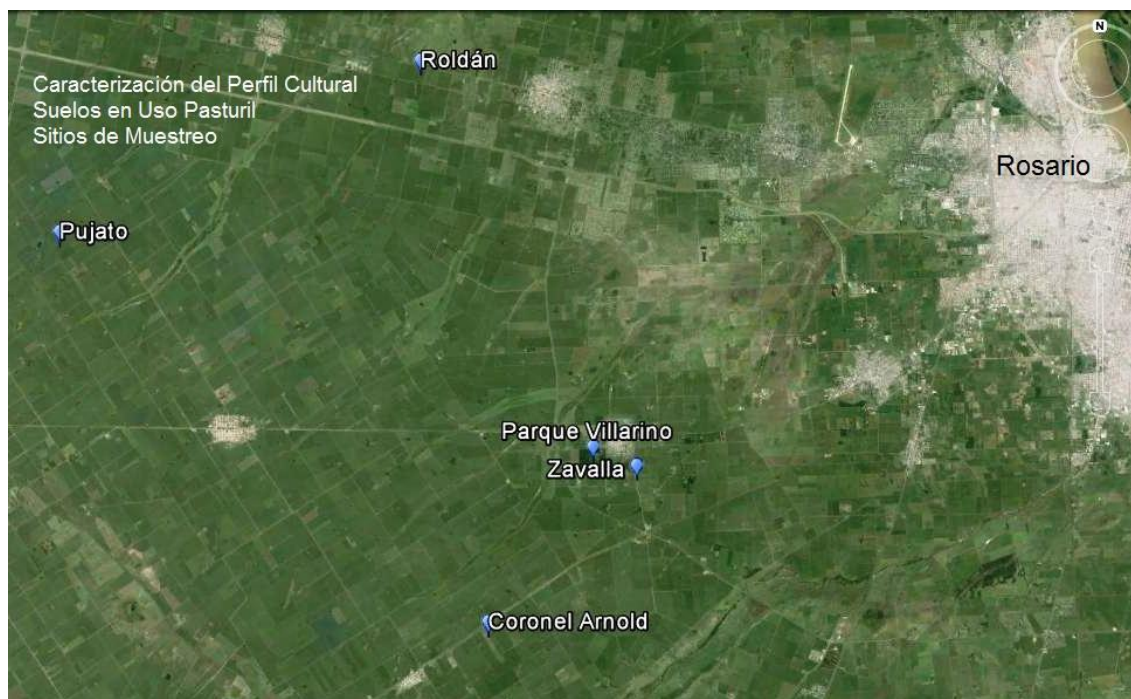


Imagen 1. Ubicación geográfica de los lugares en donde se encontraban las pasturas evaluadas

En cada pastura se tomaron tres sitios de medición, evaluándose las siguientes variables: RP en 0-5 cm (RP05), RP en 5-20 cm (RP520), estabilidad estructural (EE) en 0-5 cm (EE05), EE en 5-20 cm (EE520), Cve en 0-25 cm, IPC en 0-25 cm, materia

orgánica (MO) en 0-20 cm, masa de broza (Br), cobertura basal total (Cob) y abundancia de forrajeras (Abun). Se obtuvieron 27 conjuntos de datos.

La RP y la estabilidad estructural (EE) se analizaron según dos profundidades, considerándose en cada caso como dos variables diferentes, pues observaciones previas verificaron que en el estrato superficial se halla el mayor desarrollo de raíces, la más intensa actividad biológica y la estructura más adecuada para el crecimiento radical, variando por ello también otras propiedades físicas (porosidad, conductividad hidráulica, velocidad de infiltración) en relación a sectores más profundos; además de ser esa parte del perfil la más afectada por el pisoteo de la hacienda.

En el Cuadro 1 se exponen algunas estadísticas de las variables estudiadas, incluyendo la media (promedio) y dos medidas de dispersión (desvío estándar, coeficiente de variación); estas últimas expresan el grado de variación de los datos alrededor de cada promedio.

	RP05	RP520	EE05	EE520	Cve	IPC	MO	Br	Cob	Abun
Media	1,72	1,78	25,5	13,22	2,62	60,06	3,2	1091	96,07	131,48
DS	0,40	0,32	6,61	6,33	0,28	29,61	0,26	532	5,92	62,06
CV	23	18,13	25,88	47,87	10,89	49,30	8,08	48,74	6,16	47,20
Mín	0,74	1,02	15,60	4,90	2,07	22,02	2,76	298	74	30
Máx	2,48	2,44	39	26,40	3,11	124,79	3,70	2627	100	250

Cuadro 1. Medidas estadísticas de las variables considerando los 27 sitios de estudio

Referencias: 1) DS: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo. 2) Las variables están expresadas en las siguientes unidades: RP en MPa, EE en % de agregados estables al agua, MO y Cob en %, Br en kg de materia seca / ha, Abun en número de plantas forrajeras / m². IPC y Cve se expresan en valores adimensionales.

Los promedios de RP son similares en ambas profundidades. Debe destacarse que el valor de cada sitio fue la media de 10 mediciones horizontales, para cada intervalo de 5 cm de profundidad. En el caso del estrato 5-20 cm, ese valor, surgió entonces de promediar 40 datos. Aunque los mismos no se presentan aquí, cabe señalar que la variación fue elevada, tanto en sentido vertical, como horizontal. En este último caso dicha dispersión se explicaría por la irregular distribución espacial del pisoteo, la heterogeneidad de la cobertura y de la acumulación de broza, las diferencias de humedad superficial –fundamentalmente en función de la microtopografía– en los momentos de pastoreo, el diferente efecto de las plantas y sus sistemas radicales en relación a las variaciones de la abundancia y del tamaño individual, etc.

En cambio, sí se advierte una fuerte diferencia de la EE entre los dos estratos considerados. Se verificó la presencia de una capa superficial –cuya profundidad se mide en el método de Cve–, con agregados granulares o en bloques de diámetro general no mayor a 1,5 cm –los inmediatos a la rizosfera suelen medir menos de 3 mm–; aunque en los casos con compactación por pisoteo, encostramiento o huellas de rodadura es común observar estructura laminar. La Imagen 2 muestra una porción de suelo extraída de la parte superficial, perteneciente a uno de los sitios que se estudiaron.

Pueden apreciarse restos sin descomponer (broza), raíces y agregados pequeños en superficie. En el estudio de referencia, la profundidad de esa capa tuvo como valores extremos a 3,5 y 8, con una media de 5,2 cm y una mediana de 5 cm. El espesor de la capa superficial testado en RP y EE coincide con el valor promedio de la primera capa según Cve. Ello permite suponer que la más alta EE para 0-5 cm se relaciona con una mejor condición físico-biológica que daría lugar a la formación de agregados de origen biológico, con mecanismos de cohesión cuyas fuerzas serían relativamente elevadas. Es asimismo probable que los contenidos de MO sean también superiores respecto a la capa 5-20 cm, pero en este trabajo el carbono orgánico no se discriminó por profundidades.



Imagen 2. Porción superficial (0-3 cm) de uno de los suelos estudiados

Los coeficientes de variación relativamente elevados de algunas variables – próximos al 50 %– se vinculan fundamentalmente con dos cuestiones: una gran variabilidad espacial (EE520, Br y Ab) y aspectos inherentes al método (IPC). En este último caso, según se explicó en Sosa et al. (2010), el índice surge de ponderar nueve características del perfil cultural.

A su vez, el análisis estadístico multivariado de componentes principales – usando las dos primeras componentes, que en conjunto explicaron el 54 % de la variancia total– permitió reconocer a las variables que tuvieron mayor jerarquía para describir el sistema bajo estudio. Estas fueron Cob, RP520, MO, Cve, IPC y EE05. También mostró que existió una alta a mediana relación (correlación) entre algunos pares de variables: MO y EE0-5 (0,6365), Cve y RP5-20 (0,537), IPC y Cve (-0,5009), Br y MO (0,5517) y Br y Cob (0,5276). Entre paréntesis se han indicado los coeficientes de correlación, para los correspondientes pares de variables. Este coeficiente es llamado de Pearson y expresa el grado de variación lineal entre las variables estudiadas. Es interesante verificar que de las tres variables de suelo consideradas para un diagnóstico expeditivo a campo, la Cve es la única que dio correlaciones significativas con las otras dos. Para el caso del par IPC-Cve, dicha relación fue negativa, pues, de acuerdo al método de cuantificación de Cve, a medida que los valores son más altos la calidad de la estructura disminuye.

Consideraciones finales

Las evaluaciones a campo del estado de los suelos se emplean cada vez más, pues resultan expeditivas a los fines de realizar diagnósticos rápidos. Para comparar situaciones y relacionar con otras características edáficas y de la vegetación es conveniente recurrir a métodos cuantitativos. La RP es la determinación más aplicada entre las que reúnen tales características. Sin embargo, requiere que se mida también la humedad de cada capa estudiada, para realizar los ajustes necesarios.

La Cve es una valoración del estado estructural que requiere adiestramiento del usuario para individualizar las unidades estructurales y reconocer ciertas características de las mismas. Por otra parte, se necesita que el suelo se encuentre dentro de un rango de humedad no muy amplio, pues contenidos hídricos elevados o bajos dificultan la manipulación del suelo extraído.

El IPC, según se ha expresado, fue desarrollado y aplicado por este grupo de trabajo. Su adecuado empleo también impone que el usuario posea destreza para asignar una condición a cada uno de los nueve atributos que lo definen y los datos obtenidos exhiben una alta variabilidad.

Son bastante escasos los trabajos de investigación en donde se han utilizado estos últimos dos tests de campo, pero los resultados obtenidos son alentadores. Los resultados experimentales que se acaban de describir han mostrado que poseen diferente grado de dispersión de los datos, que correlacionan con otras variables y que son sensibles para interpretar el estado –calidad, grado de deterioro– de los suelos bajo pastura.

Puesto que el perfil cultural es el conjunto constituido por la sucesión de las capas de tierra individualizadas por la intervención de los implementos de labranza, el comportamiento de las raíces vegetales y la influencia de los factores naturales (Henin et al., 1972), algunas evaluaciones podrían hacerse para cada capa. Sin embargo, hay mediciones que consideran el efecto de cada uno de los estratos reconocidos y realizan un promedio ponderado según los espesores (Cve) o analizan todo el perfil en conjunto (IPC). En ambas situaciones, lo que interesa es obtener un índice que integre toda la porción del perfil bajo estudio. En el caso de la RP se pueden considerar independientemente los valores de dos estratos, efectuar un promedio de los diferentes espesores evaluados, o recurrir a un indicador global: el Índice de Anisotropismo (Cisneros et al., 1998). En este trabajo hemos optado por la primera posibilidad.

Bibliografía

Agnusdei, M.G. (2008). “Rol de las pasturas en los sistemas ganaderos modernos”. *Producir* XXI 16(196): 26-34.

Álvarez, M.F.; Osterrieth, M.L.; Bernava Laborde, V. y Montti, L.F. (2008). “Estabilidad, morfología y rugosidad de agregados de Argiudoles típicos sometidos a distintos usos: su rol como indicadores de calidad física en suelos de la provincia de Buenos Aires, Argentina”. *Ciencia del suelo* 26(2): 115-129.

Ball, B.C.; Batey, T. y Munkholm, L.J. (2007). "Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test". *Soil Use and Management* 23: 329-337.

Cisneros, J.M.; Cholaky, C.; Giayetto, O.; Bricchi, E. y Marcos, J. (1998). "Influencia de diferentes sistemas de laboreo sobre la resistencia mecánica de suelos del área maicera". *Actas del XVI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo, Córdoba*, 253-254.

Defosse, P. y Richard, G. (2002). "Models of soil compaction due to traffic and their evaluation". *Soil and Tillage Research* 67: 41-64.

Drewry, J.J.; Cameron, K.C. y Buchan, G.D. (2008). "Pasture yield and soil physical property responses to soil compaction from treading and grazing - a review". *Australian Journal of Soil Research* 46(3): 237–256.

Ferreras, L.; Magra, G.; Bessón, P.; Kovalevski, E. y García, F. (2007). "Indicadores de calidad física en suelos de la Región Pampeana Norte de Argentina bajo siembra directa". *Ciencia del suelo* 25(2): 159-172.

Gautronneau, Y. y Manichon, H. (1987). *Guide méthodique du profil cultural*. CEREF-ISARA/GEARA-INAPG. Versión electrónica en:

http://www.supagro.fr/ress-pepites/PlantesdeCouverture/res/guide_manichon.pdf

Fecha de consulta: 04-04-2016.

Głąb, T. (2011). "Effect of Soil Compaction on Root System Morphology and Productivity of Alfalfa (*Medicago sativa* L.)". *Polish Journal of Environmental Studies* 20(6): 1473-1480.

Hénin, S.; Gras, R. y Monnier, G. (1972). *El perfil cultural. El estado físico del suelo y sus consecuencias agronómicas*. Madrid. Ed. Mundi Prensa.

Sosa, O.; Zerpa, G.; Martín, B.; Magra, G. y Bessón, P. (2010). "Perfiles culturales en diversos sectores de un área deprimida". *Agromensajes* 29. Publicada en soporte electrónico en:

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/29/6AM29.htm>

Fecha de consulta: 15-04-2016.

Sosa, O.; Zerpa, G. y Martín, B. (2012). "Calificación visual a campo de la calidad estructural: un método útil y sencillo para evaluar la estructura edáfica". *Agromensajes* 34. Publicada en soporte electrónico en:

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/34/3AM34.html>

Fecha de consulta: 15-04-2016.

Taboada, M.A. (2007). "Efectos del pisoteo y pastoreo animal sobre suelos en siembra directa". *Actas 4º Simposio de Ganadería en Siembra Directa, Aapresid, Potrero de los Funes, San Luis*, 71-83.

Zerpa, G. (2006). Degradación de suelos en uso pasturil. Tesis para obtener el grado de Magister en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario.

Zerpa, G.; Sosa, O.; Berardi, J.; Bolatti, J.P.; Galindo, A. y Maldonado, J. (2013). “La resistencia mecánica a la penetración en pasturas”. Agromensajes 35. Publicada en soporte electrónico en:

<http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/35/12AM35.html>

Fecha de consulta: 15-04-2016.