

Efecto del método de desmonte sobre los indicadores de calidad del suelo y la condición de las pasturas en el Chaco semiárido salteño

Caruso, H.; M. Camardelli y S. Miranda.

RESUMEN

En el este de la provincia de Salta se observa un proceso expansivo de la ganadería que está asociado con el reemplazo del monte nativo por pasturas tropicales a través de desmonte total o de desmonte selectivo. Con el primero se elimina toda la vegetación presente, mientras que con el segundo se dejan los árboles y parte de los arbustos entre los que se siembra la pastura. El objetivo de este trabajo fue describir y cuantificar cambios de la calidad de los suelos y de la condición de las pasturas en fincas ganaderas del Chaco salteño. Para el descriptor suelo, se evaluaron los indicadores materia orgánica, nitrógeno total, carbono particulado, densidad aparente y estabilidad de los agregados del suelo, los que se determinaron en base a muestras obtenidas sobre transectas apareadas, una sobre la condición natural (monte) y la otra sobre la condición modificada (pastura), calculándose el porcentaje de cambio. Las pasturas se evaluaron mediante un índice numérico que reúne los indicadores: altura, vigor y cobertura del suelo por la pastura y presencia de malezas. Se concluye que la condición de las pasturas se relaciona con los indicadores físicos de los suelos, así como con el método de desmonte utilizado.

Palabras clave: ganadería extensiva, desmonte selectivo, indicadores físicos de suelo

Caruso, H.; M. Camardelli and S. Miranda, 2012. Effect of forest clearing method on indicators of soil quality and the condition of pastures in the semiarid Chaco salteño. *Agriscientia* XXIX (2): 99-105

SUMMARY

In the east of the province of Salta there is a process of expansion of the livestock that is associated with the replacement of native forests by tropical pastures through total clearing or selective clearing. The first method removes all the vegetation, while the second left trees and shrubs from among which pasture is sown. The aim of this study was to describe and quantify changes in soil quality and condition of pastures in the Chaco Salta ranches. For the descriptor "soil", then organic matter, total nitrogen, particulate carbon, bulk density and stability of soil aggregates indicators were assessed. These were

determined based on paired samples obtained on transects, one on the natural condition and the other on the pasture, calculating the percentage change. For the descriptor "pasture", the indicators analyzed were bare soil, weeds, height and vigor, through a numeric index. We conclude that the condition of pastures is related to the physical indicators of soil and the clearing the method used.

Key words: extensive livestock farming, selective clearing, physical indicators of soil.

H. Caruso, M. Camardelli y S. Miranda. Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, CC 4400, Salta, Argentina. Correspondencia a: vhcaraus@natura.unsa.edu.ar

INTRODUCCIÓN

La ganadería en la Republica Argentina registró una redistribución territorial en los últimos años (Rearte, 2007), disminuyendo la cantidad de cabezas de la región pampeana y aumentando en el noreste y noroeste del país (SENASA, 2007). En este contexto, la provincia de Salta duplicó su stock vacuno superando un millón de cabezas (SENASA, 2010); este proceso de crecimiento se concentró en el departamento Anta (Camardelli *et al.*, 2007), donde se desarrollan emprendimientos ganaderos empresariales que reemplazan el monte nativo por pasturas megatérmicas mediante tecnologías de desmonte total o selectivo. En el primer caso, se elimina toda la vegetación presente, mientras que en el segundo se dejan los árboles y parte de los arbustos entre los que se siembra la pastura (Fumagalli y Kunst, 2002). Este cambio en el uso de la tierra y la incorporación de tecnologías afectan la estructura y la funcionalidad de los ecosistemas (Viglizzo *et al.*, 2003), ya que se modifican, entre otras cosas, el nivel de nutrientes, la estabilidad de los agregados y la compactación de los suelos, por lo que se deben analizar en profundidad los indicadores que permitan asociar los cambios químicos y físicos de los suelos con el estado de las pasturas (Roncedo *et al.*, 2003).

El objetivo de este trabajo fue describir y cuantificar las modificaciones de la calidad de suelos y de la condición de las pasturas implantadas con desmonte total y selectivo en explotaciones ganaderas del departamento Anta de la provincia de Salta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área comprendida por este estudio está situada al este de la provincia de Salta, próxima a la localidad de J. V. González sobre la ruta provincial N° 41. En dicha área, las precipitaciones medias son de 536 mm anuales y ocurren entre los meses de octubre y abril (Bianchi y Yañez, 1992).

Las asociaciones de suelos predominantes corresponden a las identificadas y descritas por Nadir y Chafatinos (1990) como: a) Asociación Jumi - Pozo, con suelos ubicados sobre la llanura aluvial del río Juramento, relieve suavemente ondulado, textura gruesa en superficie, contenido de materia orgánica bajo, pendiente del 2%, erosión moderada; clasificación taxonómica: Regosol calcáreo; b) Asociación Lujan - Las Lianas, posee suelos producto de depósitos fluviales del río Juramento, de textura media, moderadamente drenados, contenido de materia orgánica medio, con pendiente del 0 al 2%, erosión moderada; clasificación taxonómica: Regosol calcáreo; y c) Asociación Arenal - Puesto del Medio, con suelos ubicados sobre los antiguos cauces del río Juramento. El Arenal, de textura medianamente gruesa, excesivamente drenado con contenido de materia orgánica bajo y pendiente del 0 al 2%; clasificación taxonómica: Regosol éutrico. Mientras que Puesto del Medio es de textura fina, pobremente drenado, con anegabilidad temporaria, contenido de materia orgánica medio, pendiente inferior al 2%; clasificación taxonómica: Xerosol luvico.

Con respecto a la vegetación nativa, se

encuentran las unidades reportadas por Zapater (1985) como I) Quebrachal de colorado y blanco y II) Quebrachal de colorado y blanco variante cauces y bañados. La primera es la comunidad climax y se ubica en los sectores estabilizados del terreno. Se caracteriza por un estrato arbóreo superior constituido por *Schinopsis quebracho colorado* (quebracho colorado) y *Aspidosperma quebracho blanco* (quebracho blanco) como co-dominantes. El estrato arbóreo medio está integrado por *Prosopis nigra* (algarrobo negro), *Zizyphus mistol* (mistol), *Caesalpinea paraguariensis* (guayacán) y *Bumelia obtusifolia* (molle del monte). En el estrato arbustivo predominan *Ruprechtia triflora* (duraznillo), *Castela coccinea* (mistol de zorro), *Maytenus spinosa* (abriboca), *Porliera microphylla* (palo cuchara), *Capparis* sp. (sacha poroto, sacha membrillo, sacha sandía, sacha limón), *Acacia praecox* (garabato) y *A. furcatispina* (teatín). La unidad Quebrachal de colorado y blanco variante de cauces y bañados, si bien posee una composición florística idéntica a la anterior, no presenta la misma uniformidad debido a que está ubicada sobre el antiguo macro-abanico, donde no existe homogeneidad topográfica; esto lleva a que los elementos arbóreos sean más bajos que en la unidad anterior y que exista predominio de elementos arbustivos.

Indicadores de la calidad de suelos y condición de las pasturas

Las modificaciones de la calidad del suelo se determinaron mediante los indicadores químicos: materia orgánica total (MOT), nitrógeno total (Nt) y carbono particulado (COpa) y por los indicadores físicos: densidad aparente (dap) y estabilidad de los agregados del suelo (EAS). Estos fueron seleccionados teniendo en cuenta lo expresado por Arzeno (1999) y Camardelli *et al.* (2006), quienes sostienen que los indicadores deben detectar los cambios tempranos por el uso, así como evidenciar el impacto por el desmonte de la cubierta vegetal nativa y el manejo posterior (Albanesi *et al.*, 2003).

La condición de la pastura (CP) se evaluó a través de los indicadores cobertura del suelo por la pastura (CS), altura de la pastura (Hp), cobertura del suelo por malezas (Mz) y vigor de la pastura (Vg), adaptando los propuestos por Angassa (2002), Albanesi *et al.* (2003) y Roncedo *et al.* (2003).

Los indicadores del suelo y las pasturas se midieron en cinco fincas ganaderas, GA, BA, LB, SS y AS, cuyos nombres reales no están disponibles

para su divulgación dado el compromiso asumido con los productores, ubicadas en el centro del departamento Anta, entre los 24° 52' y los 25° 08' de latitud sur y entre los 63° 22' y los 63° 43' de latitud oeste. En GA y BA las pasturas de *Panicum maximum* cv. Gatton (gatton panic) se implantaron con desmontes selectivos, mientras que en LB, SS y AS se realizaron desmontes totales con quema previa a la siembra de gatton panic. Los potreros analizados en BA, AS y GA tenían un tiempo acumulado desde el desmonte y la siembra de las pasturas de 3 años, mientras que los potreros de LB y SS poseían una antigüedad desde el desmonte y la siembra de las pasturas superior a los 15 años. Se eligieron potreros representativos de cada explotación, los que se aprovechaban con pastoreo directo en forma regular utilizando cargas controladas de acuerdo a la disponibilidad de la pastura.

Entre octubre de 2005 y marzo de 2006 se realizaron los muestreos de suelo, hechos sobre transectas apareadas siguiendo la técnica de Arzeno *et al.* (2004); ésta consiste en una transecta sobre el potrero y la otra sobre el monte nativo no disturbado más próximo (cortina), y es necesario que se las ubique sobre suelos con textura similar (Tabla 1), según lo expresado por Quiroga *et al.* (2001). El criterio empleado para la selección de los pares fue: gruesa, media y fina, siguiendo lo propuesto por Corvalán *et al.* (2004). En cada transecta, se extrajeron cinco muestras compuestas (Albanesi *et al.*, 2003) distanciadas a 100 metros una de otra. Las muestras fueron tomadas entre 0 y 20 cm de profundidad y posteriormente se secaron al aire durante 7 días y se tamizaron con tamiz de 2 mm previo a los análisis químicos y físicos. Se determinó MOT por el método de Walkley y Black (Page, 1982), COpa por la técnica de Cambardella & Elliot (1992), textura por Bouyoucos (1962), nitrógeno por Kjeldhal (Nelson & Sommers, 1980), EAS según la metodología desarrollada por Corvalán *et al.* (2000) y dap utilizando un sacamuestra de uso extendido (Micucci y Menardi, 2004).

Se calculó para cada potrero el porcentaje de modificación de los indicadores del suelo, a través de la ecuación propuesta por Corvalán *et al.* (2004):

$$\% \text{ cambio} = ((V_p - V_c) / V_c) \times 100$$

donde: V_p es el valor del indicador obtenido en el potrero y V_c es el valor del indicador obtenido en la cortina, que representa el valor de referencia tomado en el sector de monte nativo no disturbado más próximo. Los impactos negativos representan caídas (pérdidas) y los positivos indican mejoras

Tabla 1: Textura de los pares potrero-cortina utilizados para la determinación de indicadores

Identificación	Textura Potrero	Textura Cortina	Grupo de textura
SS1	Fa	Fa	Fina
SS2	a	a	Fina
LB1	Fa	Fa	Fina
LB2	Fa	Fa	Fina
GA1	Fa	Fa	Fina
GA2	F	F	Media
GA3	FA	FA	Gruesa
AS1	FA	FA	Gruesa
AS2	Fa	a	Fina
BA1	F	F	Media
BA2	FA	FA	Gruesa

de los indicadores. A partir del % de cambio de cada potrero se calculó posteriormente el impacto promedio por finca de los indicadores químicos (IQco) y el impacto promedio por finca de los indicadores físicos (IFco).

La CP se determinó en forma simultánea en todas las fincas en enero de 2007; para ello se realizaron 20 determinaciones de CS, Hp, Mz y Vg en cada uno de los potreros donde previamente se habían realizado los muestreos de suelos.

La CP se evaluó a través de un índice numérico (Toledo y Schultze-Kraft, 1982), construido a partir de la sumatoria de los siguientes indicadores:

$$CP = CS + Hp + Vg + Mz$$

donde: CS es la cobertura del suelo por la pastura, Hp es la altura de la pastura, Vg es el vigor de la pastura y Mz es la cobertura del suelo por malezas. A cada indicador de la pastura se le asignó un valor de acuerdo a una escala nominal, siguiendo la propuesta de Altieri y Nicholls (2002), los que podían ser: 1, 4, 7 o 10; los valores más altos fueron los más deseables (Tabla 2).

Se determinó la CP por finca: muy buena: 40 puntos; buena: 39 a 20 puntos, regular: 19 a 10 puntos y mala < 10 puntos, adaptando la metodología propuesta por Roncedo *et al.* (2003).

Análisis estadístico

Las comparaciones de las medias de los indicadores de suelos obtenidos en las cortinas y en los potreros se efectuaron por el método DGC (Infostat, 2007); éste también se utilizó para realizar las comparaciones de la CP entre fincas. Para analizar la interdependencia de los indicadores de calidad de suelo y de la pastura, con el método y tiempo acumulado desde el desmonte en cada finca, se determinaron los componentes principales y se construyó un bi-plot (Infostat, 2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La CP presentó características contrastantes entre fincas (Tabla 3), desde muy buena en BA a mala en LB. Si se analiza en detalle esta situación, se observa que las pasturas implantadas con desmonte total presentan en todos los casos valores bajos en los indicadores CS, Hp, Mz y Vg. Según Berti (1999) las pasturas con menos de 3 años presentan los mejores valores de CP, lo que no se constató en todas las fincas. En donde se utilizó desmonte total y posterior quema de los residuos (AS), se encontró la menor CS de todos los sitios evaluados y el mayor Mz, lo que permite inferir que la CP está relacionada con el tipo de desmonte utilizado.

Se encontraron disminuciones significativas en el contenido de MOT en 10 de los 11 potreros evaluados (Tabla 4), las que pueden ser causadas por el desmonte, ya que los antecedentes indican

Tabla 2: Transformación a una escala nominal de los indicadores cobertura del suelo (CS), altura de la pastura (Hp), vigor de la pastura (Vg) y enmalezamiento (Mz).

Valor del indicador	CS	Hp	Vg	Mz
1	Suelo desnudo (menos de 10% de cubierta viva)	No hay plantas de pastura	No hay plantas de pastura	Más de 70% de la cubierta viva es de malezas
4	Entre 10 y 40% de cubierta viva	Menos de 40 cm de altura	Plantas color verde pálido y presencia de plantas muertas	50 a 70% de la cubierta viva es de malezas
7	Entre 40 y 70% de cubierta viva	Entre 40 y 80 cm de altura	Plantas color verde pálido sin síntomas de marchitamiento	20 a 50% de la cubierta viva es de malezas
10	Más de 70% de cubierta viva	Más de 80 cm de altura	Plantas color verde oscuro	Menos de 20% de la cubierta viva es de malezas

Tabla 3: Indicadores de la CP en los potreros y en las fincas. Letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0,05$)

Identificación	CS	Hp	Mz	Vg	CP por potrero	CP por Finca
SS1	4,0	4,0	4,0	6,2	18,2	18,9 c
SS2	4,0	4,0	5,5	6,2	19,7	
LB1	5,5	1,0	1,0	1,0	8,5	8,0 d
LB2	2,5	1,7	1,7	1,7	7,6	
GA1	8,5	10,0	7,7	10,0	36,2	24,7 b
GA2	5,5	4,0	5,5	5,5	20,5	
GA3	3,2	4,0	5,5	5,0	17,4	
AS1	2,5	2,5	2,5	4,0	11,5	14,0 c
AS2	3,2	4,7	3,2	5,5	16,6	
BA1	10,0	10,0	10,0	10,0	40,0	40,0 a
BA2	10,0	10,0	10,0	10,0	40,0	

que al modificar la cubierta vegetal nativa aumenta la temperatura del suelo y se incrementa la mineralización de la materia orgánica (Luna, 1985), a la vez que se acelera la descomposición de la fracción particulada (COPa). Al respecto, Janzen *et al.* (1992) indican que el indicador COPa puede detectar cambios en la dinámica de la materia orgánica causados por modificaciones en el uso del suelo. En coincidencia con esto, se observó que en los potreros el contenido de COPa tiende a valores malos (0,26 a 0,42%) y regulares (0,42 a 0,74%), que contrastan con lo hallado en los suelos sin disturbar de las cortinas, donde los valores varían entre regulares a buenos (0,81 a 1,04%). Esto es de particular importancia, ya que

se considera al COPa como el pool activo de la MOT y es determinante de la fertilidad del suelo (Cambardella & Elliot, 1992). Con respecto al Nt, se encontraron disminuciones en 8 de los 11 potreros analizados (Tabla 4), las que se explican por las pérdidas de MOT y COPa, e indican una menor disponibilidad de este elemento para las pasturas. Esta situación ya fue reportada por Berti (1999) para la región semiárida, quien encontró que el decaimiento en la producción de las pasturas es consecuencia de un cambio en la disponibilidad de nitrógeno, además de las pérdidas del nitrógeno total del suelo. Los porcentajes de cambio de los indicadores químicos hallados en este trabajo son tan altos como los reportados en sistemas agrícolas de la región (Arzeno, 2004) y contrastan con los resultados obtenidos en investigaciones realizadas en sistemas ganaderos extensivos en otras regiones del país (Viglizzo, 2006). Los cambios en los IQco fueron negativos (pérdidas) en todas las fincas cualquiera fuera el método y el tiempo desde el desmonte.

En cuanto a los indicadores físicos (Tabla 5), se observan en los potreros valores entre 27,03 y 60,48% de EAS, lo que muestra una importante dispersión, desde regulares a muy buenos según la clasificación diagnóstica de Ortega y Corvalán (1999). Los potreros que fueron habilitados con desmonte total (SS1, LB1, LB2, AS1 y AS2) presentaron disminuciones significativas de EAS, mientras que los potreros habilitados con desmonte selectivo no registraron modificaciones significativas, e incluso BA2 mejoró en 24,93%. La EAS está muy relacionada con el contenido de materia orgánica (Haynes *et al.*, 1997), fundamentalmente la fracción lábil (Studdert *et*

Tabla 4: Modificación de los indicadores químicos: MOT, COPa y Nt. Letras distintas en la fila para cada indicador indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$)

Identificación	MOT			COPa			Nt			IQco
	Cortina	Potrero	%Cambio	Cortina	Potrero	%Cambio	Cortina	Potrero	%Cambio	
SS1	3,43a	2,98b	-12,87	0,59a	0,42b	-29,97	0,19a	0,19a	-2,11	-12,86
SS2	3,28a	2,81b	-14,33	0,81a	0,68b	-16,71	0,20a	0,18a	-10,1	
LB1	3,53a	2,02b	-43,28	0,43a	0,27b	-37,33	0,23a	0,13b	-44,83	-39,95
LB2	3,53a	2,01b	-43,05	0,43a	0,36b	-17,97	0,23a	0,14b	-38,79	
GA1	3,34a	3,53a	5,57	0,73a	0,71a	-2,74	0,19a	0,21a	7,22	-9,58
GA2	3,96a	3,43b	-13,43	0,56b	0,74a	32,97	0,24a	0,20b	-16,1	
GA3	2,63a	1,79b	-32,02	0,62a	0,38b	-39,55	0,15a	0,12b	-23,68	
AS1	2,63a	1,68b	-42,4	0,62a	0,26b	-55,05	0,15a	0,11b	-35,71	-32,55
AS2	3,96a	3,15b	-20,51	0,90a	0,54b	-39,42	0,25a	0,19b	-22,76	
BA1	4,14a	2,83b	-31,7	1,04a	0,65b	-37,98	0,21a	0,18b	-17,65	-28,42
BA2	4,14a	2,97b	-28,38	1,04a	0,64b	-38,94	0,21a	0,16b	-23,53	

Tabla 5: Modificación de los indicadores físicos: EAS y dap, Letras distintas para cada indicador en la misma fila indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$)

Identificación	EAS			dap			IFco
	Cortina	Potrero	%Cambio	Cortina	Potrero	%Cambio	
SS1	51,48a	36,06b	-42,76	0,94b	1,43a	-53,66	-30,81
SS2	39,47a	42,75a	7,69	1,00b	1,35a	-34,51	
LB1	35,18a	23,38b	-33,56	1,14a	1,28a	-12,86	-27,35
LB2	35,18a	25,23b	-28,29	1,14a	1,30a	-13,99	
GA1	47,95a	53,73a	12,07	1,15a	1,02a	11,65	-0,29
GA2	54,55a	60,48a	10,86	0,90a	0,89a	1,36	
GA3	53,69a	46,52a	-13,35	0,88b	1,08a	-24,32	-22,7
AS1	53,69a	27,03b	-49,66	0,88a	1,01a	-15,72	
AS2	59,49a	48,15b	-24,93	0,98a	0,98a	-0,50	8,02
BA1	45,79a	49,32a	7,72	1,1a	0,93a	11,02	
BA2	45,79a	58,50b	24,93	1,1a	1,22a	-7,62	

al., 1997), por su efecto cementante al unir las partículas minerales formando agregados (Lado *et al.*, 2004). Se infiere que el desmonte selectivo promueve agregados más estables a la ruptura por agentes externos, mejorando el movimiento del agua en el suelo, en concordancia con lo reportado por Cuevas *et al.* (2004).

En cuanto al dap, el signo negativo indica un aumento de la densidad, destacándose los cambios encontrados en SS1 y SS2 que representan modificaciones del 53,66% y 34,1%. Dado que estos son los lotes con más antigüedad desde el desmonte, es recomendable que este indicador sea monitoreado permanentemente, ya que los valores encontrados ($1,45 \text{ gr cm}^{-3}$ y $1,43$

gr cm^{-3}) pueden alterar el volumen de exploración y consecuentemente el crecimiento de las raíces, tal como lo reporta Ara (1988). En este sentido, Oesterheld y León (1993) encontraron que la densidad aparente aumenta hasta alcanzar un máximo, por una pérdida significativa de macroporos. En este trabajo se observó que los mayores cambios en los IFco se registraron en los potreros habilitados con desmonte total, lo que se atribuye tanto a aumentos de dap como a caídas en la EAS, mientras que los habilitados con desmonte selectivo presentaron caídas leves o aumentos de estos indicadores.

Si se analizan en conjunto los IQco, IFco y CP (Tabla 6), se observa que las mayores CP se

Tabla 6: Valores promedio de CP, IQco e IFco, método y tiempo acumulado desde el desmonte,

Fincas	CP	IQco	IFco	Método de desmonte	Tiempo acumulado desde el desmonte
BA	40,0	-28,42	8,02	Desmonte selectivo sin fuego	Menos de 3 años
GA	24,8	-9,58	-0,29	Desmonte selectivo sin fuego	Menos de 3 años
SS	17,3	-12,86	-30,81	Desmonte total con uso de fuego	Mas de 15 años
LB	8,0	-39,95	-27,35	Desmonte total con uso de fuego	Mas de 15 años
AS	14,0	-32,55	-22,70	Desmonte total con uso de fuego	Menos de 3 años

encontraron en las fincas donde la implantación de la pastura se realizó con desmonte selectivo, sin uso del fuego, hace menos de tres años.

El análisis de componentes principales de la CP, IQco, IFco, método y tiempo desde el desmonte permite ver que la componente principal 1 (Eje 1) explica el 78% de la variabilidad del modelo, mientras que la componente principal 2 (Eje 2) el 18% restante; por lo que se consideró a estas dos componentes principales para el

resto del análisis. En la Componente Principal 1 tuvieron gran incidencia IFco (0,52), el método de desmonte (0,51) y la CP (0,49), mientras que en la Componente Principal 2, la principal variable fue el IQco (0,93). En la Figura 1 se observa la asociación estadística (Bi-plot) entre las fincas y las variables analizadas. Las fincas SS, LB y AS, que fueron habilitadas con desmonte total, se asocian con los valores más bajos de IFco y CP.

Se concluye que los métodos de desmonte

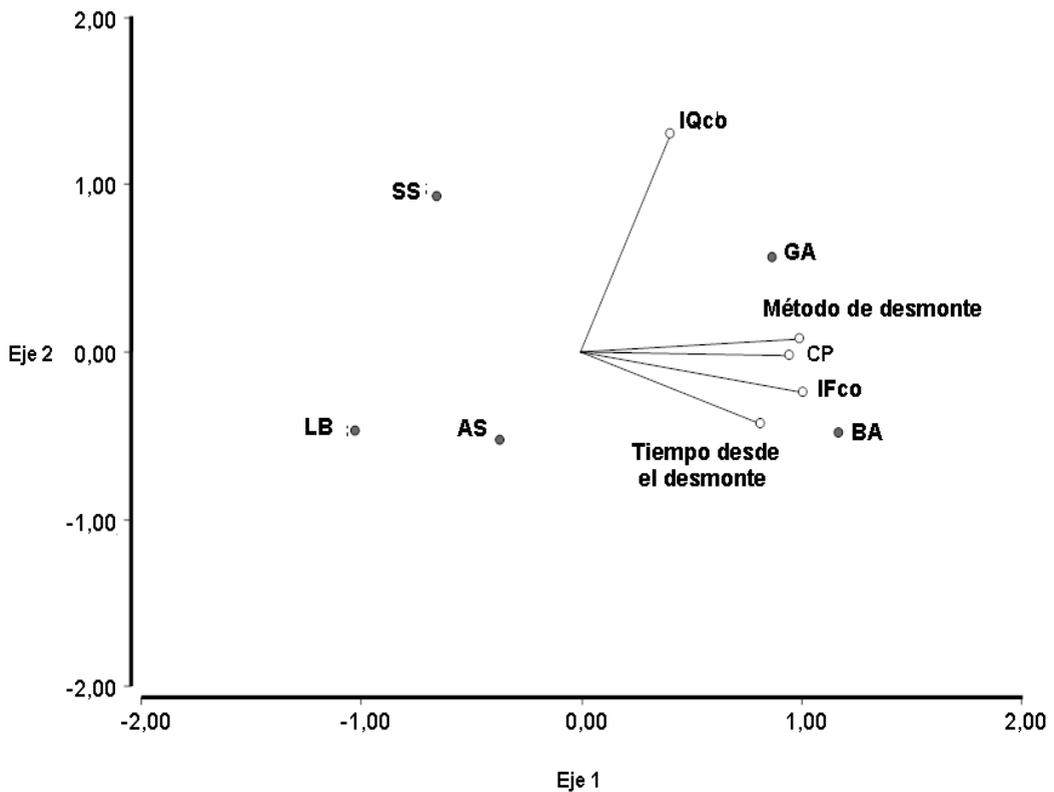


Figura 1: Bi-plot de componentes principales incluyendo fincas, IQco, IFco, CP, método y tiempo desde el desmonte,

empleados están fuertemente asociados con la calidad física de los suelos y con la condición de las pasturas. Los aumentos de dap y las caídas en EAS encontrados en las fincas con desmonte total permiten inferir que se pueden haber atravesado umbrales que pueden limitar el crecimiento radicular

En las fincas GA y BA, que son las que habilitaron sus tierras con desmonte selectivo sin fuego, se encontraron las pasturas con mejor condición. Desde la perspectiva sistémica propuesta por Altieri y Nicholls (2002), estas fincas son las que plantean itinerarios productivos sustentables y por ello deberían constituirse en faros agroecológicos para la región.

BIBLIOGRAFÍA

- Albanesi, A.; A. Anriquez, C. Kunst y R. López, 2003. Calidad de suelo. Propiedades biológicas y evaluación en ecosistemas semiáridos. En: Albanesi, A.; A. Anriquez; S. Luna; C. Kunst y R. Ledesma (eds). Microbiología Agrícola. Un aporte a la investigación Argentina. UNSE. Santiago del Estero, pp. 7-22.
- Altieri, M. y C. Nicholls, 2002. Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café. Universidad de California, Berkeley. En <<http://www.agroeco.org/doc/SistAgroEvalSuelo2.htm>> Consultado el 11/03/2007.
- Angassa, A., 2002. The efecto of clearing bushes and shrubs on range condition in Borana. Ethiopia. *Tropical Grassland* 36: 69-76.
- Ara, M., 1988. Factores edáficos cuyas propiedades físicas afectan el desarrollo de las plántulas de las especies forrajeras. 1988. En: Lascano, C.; Spain, J. (eds). *Establecimiento y Renovación de Pasturas*. CIAT. México, pp. 143-160.
- Arzeno, J., 1999. Empleo de indicadores de sustentabilidad. en sistemas ganaderos. En: *Habilitación de tierras para ganadería. 2ª Jornadas Ganaderas del NOA*. Salta, 1999, Nov, 29. INTA, Proyecto Macrorregional, Intensificación de la Producción de Carne Bovina del NOA. pp 109-125.
- Arzeno, J., 2004. *Sistemas productivos sostenibles INTA*,

- EEA Salta, Boletín Electrónico Desideratum. 2(19):20-21.
- Arzeno, J.; E. Corvalán, D. Huidobro, P. Arias, A. Franzoni y A. Matta, 2004. Evaluación del impacto del cultivo orgánico de granos evaluados con indicadores físicos de calidad de suelos. Resúmenes del 19º Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACS, p. 275.
- Berti, R., 1999. Sustentabilidad de los sistemas ganaderos. En: *Habilitación de tierras para ganadería. 2º Jornadas Ganaderas del NOA*. Salta. INTA, Proyecto Macrorregional, Intensificación de la Producción de Carne Bovina del NOA, pp. 29-45.
- Bianchi, A. y C. Yañez, 1992. Las precipitaciones en el Noroeste Argentino 2ª. ed. INTA. EEA Salta. 383 p.
- Bouyoucos, G., 1962. Hydrometer method for making particle size analysis de soils. *Agronomy Journal*. 54: 464-465.
- Camardelli, M.; H. Caruso, S. Pérez de Bianchi, S. Miranda, D. Pérez y A. Bianchi, 2006. Productividad de Panicum maximum en dos suelos del departamento Rivadavia en el Chaco salteño. 20º Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (Salta, 2006, set, 19-22). AACS. pp 450.
- Camardelli, M.; H. Caruso, S. Miranda, J. Volante y A. Bianchi, 2007. Cambios de uso de la tierra y adopción de tecnologías ganaderas en el Chaco Semiárido Salteño. Parte I: Departamento Anta. 3º Jornadas de la Asociación Argentino Uruguaya de Economía Ecológica, p. 59.
- Cambardella, C. and E. Elliot, 1992. Particulate Soil Organic-Matter Changes Across a Grassland Cultivation Sequence. *Soil Science Society of American Journal* 56:777-783.
- Corvalán, E.; A. Franzoni, J. Huidobro y J. Arzeno, 2000. Método de microtamices para la determinación de la estabilidad de los agregados del suelo 12 mm. 14º Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. (Mar del Plata, 2000), p. 35.
- Corvalán, E.; J. Arzeno, D. Huidobro, P. Arias, A. Franzoni y A. Matta, 2004. Impacto del cultivo orgánico de granos evaluados con indicadores químicos de calidad de suelos. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. AACS, p. 328.
- Cuevas, J.; J. Dörner y A. Elies, 2004. Elementos de física y mecánica para evaluar la sustentabilidad de suelos agrícolas. *Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal*. 4(2):1-13.
- Fumagalli, A. y C. Kunst, 2002. Cómo mejorar la oferta forrajera de los sistemas de cría. *Producción de carne vacuna en el NOA*. IDIA XXI 2(2):73-78.
- Haynes, R.; R. Swift and K. Stephen, 1997. Influence of mixed cropping rotations (pasture arable) on organic matter, water stable and clod porosity in a group of soils. *Soil Till* 19: 77-81.
- Infostat, 2007. InfoStat software estadístico. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, 216 pp.
- Janzen, H.; C. Cambell, S. Brandt, G. Lafond and L. Townley-Smith, 1992. Ligth-Fraction soil organic matter in soil from long-term crop rotations. *Soil Science Society of the American Journal*. 56: 1799-1806.
- Lado, M.; A., Paz and M. Ben-Hur, 2004. Organic matter and aggregate size interactions in infiltration, seal formation and soil loss. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 935-942.
- Luna, J., 1985. Viabilidad y uso de distintos tipos de desmontes. 4ª Jornadas de intercambio de zonas áridas y semiáridas. Centro Argentino de Ingenieros Agrónomos. Buenos Aires, pp. 44-79.
- Micucci C. y A. Menardi, 2004. Propuesta tentativa para un sacamuestra dinámico de uso extendido (S.U.E.). En: Filgueira, R; Micucci, F. *Metodologías Físicas para la investigación del Suelo: penetrometría e infiltrimetría* 1º ed. . Universidad Nacional de la Plata. 180 pp.
- Nadir, A. y T. Chafatinos, 1990. Los suelos del NOA (Salta y Jujuy). Tomo I. Administración del Fondo Especial del Tabaco, 86 pp.
- Nelson D. and L. Sommers, 1980. Total nitrogen analysis of soil and plant tissues. *Journal Association Official Analyze. Chemical*. 63: 770-780.
- Oesterheld, M. y R. León, 1993. *Revista argentina de producción animal*. 13-2(2): 149-153.
- Ortega A. y E. Corvalán, 1999. *Diagnostico de Suelos*. Laboratorio Central de Análisis. INTA. EEA Salta. 3 pp.
- Page, A., 1982. *Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and microbiological properties*. ASA. SSSA. Madison. Wisconsin. USA. *Agronomy* 9. 1159 pp.
- Quiroga, A.; O. Ormeño y N. Peinemann. 2001. *Materia Orgánica. Un indicador de calidad de suelos relacionados con la productividad de los cultivos*. INTA. EEA Anguil. 28 pp.
- Rearte, D., 2007. *Distribución territorial de la ganadería vacuna*. Programa Nacional de Investigación Carne y Leche, INTA. EEA Balcarce. INTA. 12 pp.
- Roncedo, C.; H. Pérez y R. Corbella, 2003. *Metodología para evaluar pasturas tropicales degradadas: Chloris gayana Kunth cv. común en la llanura deprimida de Tucumán, Argentina*. Tercera reunión de producción vegetal y primera de producción animal del NOA, pp. 33-44.
- SENASA, 2007. *Vacunación antiaftosa. Campañas de vacunación antiaftosa*. [En línea] <<http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File144-vacunacion.pdf>> Consultado el 21/12-2008.
- SENASA, 2010. *Vacunación antiaftosa. Campañas de vacunación antiaftosa*. [En línea] <<http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File144-vacunacion.pdf>>

- senasa.gov.ar/Archivos/File/File144-vacunacion.pdf>
Consultado el 21/12-2008.
- Studdert, G.; H. Echeverría and E. Casanovas, 1997. Crop-pasture rotation for sustaining the quality and productivity of a Typic Argiudol. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:1466-1472.
- Toledo, J. y R. Schultze-Kraft, 1982. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: Toledo, J. (ed). *Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales.* CIAT. Colombia, 168 pp.
- Viglizzo, E., 2006. Desafíos y oportunidades de la expansión agrícola en Argentina. En: *Producción Agropecuaria y Medio Ambiente. 2007 Propuestas compartidas para su sustentabilidad.* Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, pp. 12-42.
- Viglizzo, E.; A. Pordomingo; M. Castro y F. Lértora, 2003. Environmental assessment of agriculture at a regional scale in the Pampas of Argentina. *Environmental Monitoring and Assessment.* 87: 169-195.
- Zapater, A., 1985. Esquema fitogeográfico de la Provincia de Salta. *Secretaría de Asuntos Agrarios. Dirección General Agropecuaria. Departamento Suelo. Riego y Clima.* Salta. 24 pp.