

15838 - 18 AÑOS DE PASTOREO RACIONAL VOISIN AL SUR DE LA PROVINCIA DE SANTA FÉ, REPÚBLICA DE ARGENTINA

Alonso David Ojeda-Falcón¹, Luiz Carlos Pinheiro Machado²; Luiz Carlos Pinheiro Machado Filho²;
Omar Coré³; Noemi Echarri³

¹Laboratorio de Agroecología, Centro de Ecología Aplicada, Instituto de Zoología y Ecología Tropical,
Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela

Correo-e: alonso.ojeda@ciens.ucv.ve

²Instituto André Voisin, Brasil y Núcleo de Pastoreo Racional Voisin, Universidad Federal de Santa
Catarina, Brasil,

³Productores a cargo del Proyecto El Verdadero Paraíso, Provincia de Santa Fé, Argentina;

INTRODUCCIÓN

El sistema de Pastoreo Racional Voisin (PRV), es una tecnología agroecológica, basada en la protección ambiental. Este sistemas, maximiza la captación de la energía solar mediante la combinación pasto-animal-rotación de cultivos autóctonos, para crear condiciones que propicien la vida del suelo, mediante la concentración de bosta y su mineralización, que desencadenan las reacciones fundamentales para el incremento de la fertilidad del suelo. Esto es posible, porque los animales faenados para carne, son jóvenes, lo que implica menores emisiones de metano proveniente de la digestión ruminal, y por otro lado, porque el pasto es consumido en su punto óptimo de reposo, cuando la relación fotosíntesis/respiración, es más favorable a un mayor secuestro de carbono (Pinheiro, 2004). Adicionalmente, en ese estado vegetativo, el pasto está menos lignificado, lo que también contribuye a una menor emisión de carbono. En este trabajo se comparó un sistema de PRV durante 18 años ininterrumpidos, con un cultivo de soya (CS) *Glycine max* (L) Merrill y un barbecho natural (BN), para determinar las bondades del PRV en el aumento de la fertilidad del suelo y la capacidad de carga del sistema suelo-pasto-animal, en la región Pampeana de Argentina. Se compararon los valores de pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, fósforo y nitrógeno total del suelo, antes y después de 18 años de PRV, con un cultivo de soya *Glycine max* (L) Merrill y un barbecho natural. Los resultados muestran las bondades del PRV en el aumento de la fertilidad del suelo y la capacidad de carga animal, al sur de la provincia de Santa Fé, en la República de Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se estudió un sistema de PRV, durante 18 años ininterrumpidos. Los suelos del Orden Molisol, Gran Grupo Hapludol, se distribuyen en los subgrupos: Típico (60%) y Éntico

(40%) en esta unidad de producción de 230 ha, ubicada en Amenábar, provincia de Santa Fé, República Argentina, en pleno eje sojero-maicero. El clima se caracteriza por precipitaciones promedio anual de 768 mm, temperatura media anual (16,4 °C) y valores máximos (24,3 °C) en enero y mínimos (8,9 °C) de temperatura en julio. El balance hídrico presenta un déficit de 51 mm y el 90% se distribuye de diciembre a febrero. Se colectaron al azar 3 muestras de suelo, provenientes de los primeros 20 cm de profundidad, en cada uno de los tratamientos: PRV, Cultivo de Soja (CS) *Glycine max* (L) Merrill y un Barbecho Natural (BN). El CS incluyó todos los años: laboreo de suelos mediante arado, fertilización y aplicaciones de glifosfato. Las muestras de suelo se disgregaron, se secaron a temperatura ambiente, se homogenizaron y cuartearon. Los análisis por triplicado de cada muestra de suelo incluyeron: pH (1:5), conductividad eléctrica (1:5), carbono orgánico (Walkley-Black), fósforo total (P) por colorimetría (Murphy y Riley) y nitrógeno total (N), por destilación Kjeldahl.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 reúne los resultados de las propiedades físicas y químicas de los suelos en cada uno de los tratamientos. Bajo PRV se mantuvo una acidez ligera del suelo, mientras que fue moderada para el CS y neutra para el BN. Se destaca la característica de neutralidad del BN pues, habiendo estado 18 años sin explotación agrícola convencional, se asemeja a la condición propia de la zona previa a la intervención agrícola mediante métodos convencionales de agricultura. Esto permite inferir que el manejo del CS ha devenido en una acidificación progresiva del suelo. En todos los sistemas estudiados, la conductividad eléctrica no presenta ninguna limitación a plantas sensibles.

Tabla 1. Propiedades Físico y Químicas de los Suelos en cada Tratamiento

Unidad de Producción	pH	Conductividad (mmhos/cm)	P Total (ppm)	C Orgánico (%)	N Total (%)	Carga animal (UA/ha)
PRV (1993)	6,4	0,5	400 - 500 *	1,55	0,14	1
PRV (2012)	6,0 ± 0,02	0,24 ± 0,05	387,43 ± 20,33	3,67 ± 0,32	0,19 ± 0,02	4,35
CS	5,2 ± 0,04	0,12 ± 0,02	364,77 ± 34,61	1,68 ± 0,29	0,09 ± 0,01	-----
BN	7,3 ± 0,04	0,45 ± 0,03	247,63 ± 37,71	1,28 ± 0,33	0,09 ± 0,01	-----

* Diez et al. (2000)

Los cambios más relevantes, antes y después de 18 años de PRV, fueron: una ligera reducción de la acidez del suelo de 0,4 unidades de pH; 48% de reducción de la conductividad eléctrica; 58% de incremento del carbono orgánico y 26% de incremento del N total (Tabla 1). Los contenidos de P, C y N total en el PRV, mostraron los valores más altos entre los tratamientos. El contenido de P fue mayor para el PRV, aunque se observó un valor comparativamente alto en el tratamiento CS, lo que se atribuye a los aportes anuales de fertilización inorgánica, en contraste con el PRV que no los recibe.

Los cambios inducidos por el PRV muestran altos contenidos de C, N y P, sin uso de fertilizantes, ni agroquímicos y con una elevada productividad primaria y secundaria, que permitieron una carga animal de 4,35 UA/ha, en contraste con la carga animal de la zona (1 UA/ha), lo que enfatiza el carácter sostenible del sistema de producción de PRV, en contraste con los sistemas de producción dependientes de los agroquímicos y agrotóxicos.

Pinheiro, 2004 señala que el PRV otorga servicios ecosistémicos a los suelos como sumideros de carbono, en razón del balance positivo de carbono, entre emisiones a la atmosfera (3.500 kg de CO₂ de un bovino durante su vida, producto de la conversión del CH₄ (metano) proveniente de la fermentación ruminal) y la fijación en los suelos (14.467 kg de CO₂/ha/año, en pasturas bien manejadas con la deposición de materia orgánica proveniente de la bosta y del sistema radical). Lo anterior equivale, para bovinos con una vida media de tres años, a una fijación de carbono, en ese período, de 43.400 kg, es decir, por cada unidad de C emitida por un bovino, se fijan 12,5 veces más en las pasturas. Adicionalmente, el PRV tiene un balance energético altamente positivo, pues por cada caloría de energía fósil insumida, se logran 10 calorías en el producto (carne, leche, cuero, lana y otros) debido a la maximización de la fotosíntesis y al carácter de consumidor primario de los bovinos.

Imbellone *et al.*, 2010, señalan valores promedio de carbono orgánico entre 3,1-2,2% y 2,3% para suelos vírgenes Hapludol, Típico y Éntico, respectivamente, de la región Pampeana de Argentina. En este trabajo, el PRV alcanzó valores promedio de 3,7% lo cual demuestra todo lo anteriormente señalado por Pinheiro, 2004. En la región Pampeana de Argentina, las pérdidas de carbono orgánico en sistemas agrícolas con rotación y cultivos continuos, registran valores de 67 y 56%, respectivamente, en comparación con los suelos vírgenes (Imbellone, *et al.*, 2010). Otros resultados, en sabanas de Carimagua, Colombia, registran valores de 2,9 T de biomasa de raíces en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, 11 meses después de establecida una pastura de *Brachiaria dictyoneura* (Rao *et al.*, 1992) mientras que en sabanas al sur del Orinoco, en Venezuela, el sistema de Majada, registra aumentos de carbono total de 87,4% en comparación con las sabanas sin ningún tipo de manejo, lo que equivale a un ingreso de carbono de más de 74 T/ha al año, provenientes principalmente de la bosta animal (López-Hernández, *et al.*, 2006). Resultados más modesto obtuvieron Ojeda *et al.*, 2009, en una sabana cultivada con *Urochloa dictyoneura* en asociación con las leguminosas *Stylosanthes capitata* y *Centrosema macrocarpum*. La sabana así cultivada y con pastoreo muy discontinuo de ovejos (*Ovis aries*) en comparación con la sabana sin ningún tipo de tratamiento, mostró cambios de fertilidad asociados a una mayor fijación del carbono orgánico, del orden de 2,97 T/ha en los primeros 10 cm del suelo, cuatro años después de iniciado el fomento agronómico.

Finalmente consideramos muy relevante y pertinente para los agricultores y entes gubernamentales en materia de agricultura, incluir aquí el testimonio de Coré y Echarri (2011) durante el Primer Encuentro Panamericano de Manejo Agroecológico de Pastizales en sistemas de PRV. “En estos 19 años vivimos con satisfacción y alegría porque ha aumentado la fertilidad del suelo, sin uso de fertilizantes, ni agroquímicos,

que representaría para una unidad de producción similar, de cereales, más de 1.500.000 dólares. Nunca más se sembró, aumentó la retención de agua del suelo. Cuando los vecinos ya tienen sequía, en nuestros campos comienza un mes más tarde. No hemos requerido de asistencia bancaria. La erosión de los campos vecinos y el incremento de materia orgánica de nuestro campo, tiene como consecuencia una diferencia de 20 cm de nuestro suelo más alto. Mi trabajo es una hora en la mañana y una hora en la tarde, con excepción de la época de inseminación-parición y otras actividades puntuales. La integración hombre-ganado es de una gran armonía”.

CONCLUSIONES

Los valores de pH, conductividad eléctrica, carbono orgánico, fósforo y nitrógeno total del suelo, antes y 18 años después del tratamiento de PRV, mejoraron sustancialmente la fertilidad del suelo, en comparación con los tratamientos CS y BN, como resultado del manejo animal y el fomento de las pasturas. La carga animal en PRV (4,35 UA/ha) es muy superior a la típica de la provincia de Santa Fé (1 UA/ha), lo cual representa un aumento de más del 400%, sin uso de agrotóxicos, arados y fertilizantes, lo que enfatiza el papel del PRV en los cambios sostenibles de fertilidad, disminución de los costos de producción y las bondades ambientales de esta tecnología.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Embajada Venezolana en Argentina por las facilidades otorgadas para realizar este estudio y al Ministerio del Poder Popular para Ciencia, Tecnología e Innovación (MPPCTI) por la subvención otorgada a través del Proyecto de Área Estratégica N° 2011000447 con recursos provenientes de la LOCTI. Este proyecto incluye el establecimiento de sistemas de PRV en un gradiente de precipitación en sabanas de buen drenaje en las unidades de producción: Centro Genético Socialista Florentino II (MPPAT/INIA, estado Anzoátegui); en la Estación Experimental La Iguana (MPPEU/UNESR, estado Guárico) y en la Empresa Mixta Socialista Maderas del Alba (MPPAT/CVAL, estado Bolívar).

BIBLIOGRAFÍA

Coré, O y Echarri, N. 2011. Proyecto El Verdadero Paraíso: una experiencia de PRV en Argentina. 52-52 p. En: L. A. Honorato, Pinheiro Machado F°, C. S. Cardoso, L. F. Balcão, A. M. Favarin y V. L. da Silva (Editores). 1° Encontro Pan-americano Manejo Agroecológico de Pastagens. Pastoreo Racional Voisin Nas Américas. Chapecó-SC del 29 de septiembre al 1 de octubre de 2011. 147 p.

Diez E., Zamuner E., Picone L. y A. Berardo. 2000. Efecto de la fertilización única o fraccionada sobre el fósforo del suelo. Actas XVIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata. AACCS.

Imbellone, P. A, Giménez, J. E. y Panigatti, J. L. 2010. Suelos de la Región Pampeana, Procesos de Formación. Instituto de Geomorfología y Suelos, Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata e Instituto de Suelos adscrito al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina. 288 p.

López-Hernández D., López A. Y., Hernández-Valencia I., Ojeda A y Hernández C. 2006. Implicaciones de la Fertilización Orgánica sobre Indicadores de Calidad de Suelos en Granjas Agroforestales Localizadas en el Amazonas Venezolana. 279-286. Tomo II. Sociedad Iberoamérica de Física y Química Ambiental. Gallardo, J. (Ed.) Badajoz, España

Pinheiro Machado, L. C. 2004. Pastoreo Racional Voisin, Tecnología Agroecológica para el Tercer Milenio. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. 250 p.

Ojeda, A. D., M. Stein y D. López-Hernández. 2009. Secuestro de Carbono Orgánico y Cambios de Fertilidad en un Ultisol de Sabanas en la Amazonía Venezolana. Bioagro. 21 (3): 195-202.

Rao I. M., Ayarza, A., Thomas, R. J., Fisher M. J., Sanz J. I., Spain, J. M. y Lascano, C. E. 1992. Soil-Plant Factors and Processes Affecting Productivity in Ley Farming. Chapter 9 145-175. Pastures for the Tropical Lowlands. 238 p. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia.