

## Nitrógeno, Fósforo y Potencial de Hidrógeno del suelo en sistemas silvopastoriles de *Leucaena leucocephala*

### *Nitrogen, Phosphorus and Potential of Hydrogen in soils under Leucaena leucocephala silvopastoral systems*

MEDINA J., F.J.<sup>1</sup>; GALDÁMEZ G., J.; PINTO R., R.; GÓMEZ C., H.;  
CARMONA, J.<sup>2</sup>; LÓPEZ A., M.; GARCÍA B., L.E.; HERNÁNDEZ L., A. Y GUEVARA H., F.

#### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el Nitrógeno, Fósforo y pH del suelo en sistemas silvopastoriles de *Leucaena leucocephala* de 0, 5, 7, y 10 años de establecidos. Éste se realizó en el Rancho "La Trinidad", ubicado en el municipio de Villaflores, Chiapas, México. Los sistemas silvopastoriles (SSP) evaluados fueron potreros de *Cynodon plectostachyus* asociados con *Leucaena leucocephala*, en la modalidad de cultivo en callejones utilizados con ovinos. Los tratamientos evaluados fueron: monocultivo Gramínea (T1), SSP de cinco años (T2), SSP de 7 años (T3) y el SSP con 10 años (T4). Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar. Se evaluaron las características químicas: Nitrógeno lábil (N), Fósforo extractable (P) y potencial hidrógeno (pH). Los resultados muestran que los sistemas silvopastoriles no impactan de manera significativa sobre el nitrógeno, fósforo y potencial hidrógeno.

**Palabras claves:** características químicas, sistema silvopastoril, ganadería tropical

#### ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the Nitrogen, Phosphorus and Potential of Hydrogen of soils in grasslands and silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* of 0, 5, 7, and 10 years of establishment. This was done at the farm "La Trinidad", located in the municipality of Villaflores, Chiapas, Mexico. The silvopastoral systems (SPS) evaluated were composed of *Cynodon plectostachyus* associated with *Leucaena leucocephala* in alley cropping and used in a sheep production system. The treatments evaluated were the following: grass in monoculture (T1), SPS with five years of establishment (T2), SPS with 7 years (T3) and the SPS with 10 years (T4). A randomized complete block experimental design was used. The chemical characteristics analyzed were available nitrogen (N), extractable phosphorus (P) and Potential of Hydrogen (pH). The results show that the silvopastoral systems used do not have a meaningful impact on Nitrogen (N), extractable phosphorus (P) and Potential of Hydrogen.

**Key words:** chemical characteristics, silvopastoral systems, tropical livestock.

#### INTRODUCCIÓN

El apacentamiento de la ganadería en zonas no aptas resulta ser un factor que contribuye al fenómeno de degradación de las áreas dedicadas a la ganadería. (Sepúlveda e Ibrahim, 2009).

En México, la degradación por la actividad ganadera alcanza 17.5% de la superficie nacional (SEMARNAT, 2008). Sin embargo, el proceso de degradación de los suelos podría revertirse en parte a través de la implementación de sistemas silvopastoriles (SSP), ya que se tienen evidencias de que la adición de hojarasca, raíces y tallos incrementa los niveles de materia orgánica (Young, 1989), y estos aportes en la superficie y en el subsuelo pueden modificar algunas propiedades químicas del suelo (Prause y Gallardo, 2000). No obstante, Vázquez (2010), al investigar en sistemas silvopastoriles de un año de establecidos, no encontró cambios químicos en el suelo, lo cual sugiere realizar estudios en sistemas con más tiempo de establecimiento. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como obje-

tivo evaluar el Nitrógeno, Fósforo y pH del suelo en sistemas silvopastoriles de *Leucaena leucocephala* de 0, 5, 7 y 10 años de establecidos bajo la modalidad de cultivo en callejones.

#### MATERIALES Y MÉTODOS

##### Área de estudio

El presente trabajo se realizó en los potreros del rancho "La Trinidad", ubicado en el municipio de Villaflores, geográficamente en la región Frailesca del estado de Chiapas, entre los 93° 16' de longitud Oeste y los 15° 46' de latitud Norte, con una altitud promedio de 631 msnm. El municipio presenta una precipitación promedio anual de 1,200 mm y una temperatura media anual de 24.6 °C. Predomina el clima cálido sub-húmedo con lluvias en verano, correspondiendo al clima tipo Aw de acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (1988).

Las áreas evaluadas están establecidas con *Cynodon plectostachyus* asociadas con *Leuca-*

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Carretera Ocozacoautla-Villaflores km 84.5, Chiapas. México. C.P. 30470. Correo-e: fcojavier12@yahoo.com.mx

<sup>2</sup> El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de Las Casas.

*na leucocephala*, en la modalidad silvopastoril de pastura en callejones en un marco de plantación de 3x1 m. Los sistemas silvopastoriles (SSP) se establecieron de manera escalonada considerando contar, al momento del estudio, con sistemas de diferentes edades. Cabe señalar que los potreros se han utilizado, desde su establecimiento, de manera intensiva por ovinos de la raza pelibuey, con cargas animales de 1.5 U.A. ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, con periodos de ocupación de ocho días y tres meses de recuperación, con traslado a corrales de manejo durante las noches. Además, no se aplicó fertilizante químico y es manejado bajo condiciones de secano.

### VARIABLES EVALUADAS

Para evaluar las variables físicas se tomaron cuatro muestras simples a 30 cm de profundidad del suelo en todos los tratamientos para obtener una muestra compuesta. Las características químicas del suelo que se determinaron a estas muestras fue Nitrógeno lábil (N) mediante el método semi-micro Kjeldhal; Fósforo extractable (P) determinado con el método de Olsen, y pH mediante la relación 1:2 con agua; los métodos citados se fundamentan en la aplicación de la Norma Mexicana NMX-EC-17025-IMNC-2006, correspondientes a laboratorios acreditados.

### TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Se evaluaron cuatro tratamientos, los cuales fueron clasificados como sigue: los potreros establecidos con *C. plectostachyus* en monocultivo, fue el tratamiento testigo (T1), SSP de cinco años (T2), SSP de siete años (T3) y SSP de 10 años (T4) de edad de establecidos. Los datos se analizaron bajo el diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento, mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. (SAS, 1994) Las diferencias en las medias se obtuvieron mediante la prueba de Tukey ( $P < 0.5$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Nitrógeno del suelo

Con respecto al contenido de nitrógeno lábil, no se observan diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro 1). En este sentido, Mahecha, Rosales, Molina y Molina (1999) encontraron un mayor contenido de Nitrógeno en

el suelo en sistemas con *Leucaena* asociado con *Estrella africana*, en comparación con el monocultivo de la misma gramínea. De igual manera, Hernández, Sánchez y Guelmes (2008) al comparar un sistema de gramínea versus SSP de 10 años, encontraron que este último presentó mejoras en la parte química del suelo, aunque no específicamente N. Sin embargo, se conoce que el nitrógeno es demasiado móvil en el suelo, y es rápidamente aprovechado por las plantas; además, puede perderse por lixiviación y volatilización, situación que podría influir sobre la ausencia de significancia estadística en los resultados de esta investigación. Por otra parte, el uso animal diluye el efecto de este elemento hacia el suelo, ya que en primer lugar el consumo total del follaje por parte de los ovinos impide la incorporación directa de la materia orgánica al suelo, y el nitrógeno que recicla el animal es utilizado por la gramínea; en segundo lugar, los animales se llevan durante las noches a corrales donde dejan parte de las excretas que no regresan al sistema, mismas que disminuyen el impacto al suelo.

### Fósforo del suelo

En cuanto al Fósforo extractable (P), se observa igualdad estadística ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos (Cuadro 1); esto, al igual que en el caso del nitrógeno, es posible debido a que estos sistemas han sido utilizados con ovinos, los cuales consumen el follaje total directamente de la planta, lo que impide la acumulación de materia orgánica e incorporación de minerales al suelo por parte de la planta y, por otra parte, al acarreo de heces

**Cuadro 1.** Características químicas del suelo en monocultivo de gramíneas y sistemas silvopastoriles en Villaflores, Chiapas

Tratamiento	N (%)	P(mg kg <sup>-1</sup> )	pH
Monocultivo Gramínea	0.09 a	2.08 a	6.16 a
Sistema silvopastoril de 5 años	0.07 a	2.28 a	5.96 a
Sistema silvopastoril de 7 años	0.07 a	1.62 a	5.95 a
Sistema silvopastoril de 10 años	0.05 a	1.63 a	5.89 a
EEM	0.008	3.39	0.06

Procedimiento GLM de SAS.  
 Literales iguales en la misma columna significan igualdad estadística (Tukey  $p < 0.05$  entre tratamientos.  
 EEM: Error estándar de la media

al corral de manejo reduce la incorporación de P al suelo. Estos resultados son similares a Velasco (1998), quien en época de secas encontró igualdad en contenido de fósforo en SSP (*Acacia mangium* + *Brachiaria humidicola*) vs sistema de gramínea en monocultivo con cuatro años de establecido. Similar a Linares (2006), quien en SSP con cuatro años de establecido y con uso animal no encontró diferencias significativas en P. Similar a Vázquez (2010), quien no encontró diferencias entre SSP y sistema gramíneas a un año de establecido, sin uso animal. Sin embargo, difiere de Noval, Hernández y Cairo (2000) quienes observaron que la presencia de *Leucaena leucocephala* con tres y ocho años de edad, mostró incremento significativo de P en el suelo. De igual forma, Mahecha et al. encontraron mayor contenido de fósforo en sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala* + *Cynodon plectostachyus* que en monocultivo de la misma gramínea. Ruiz, Febles, Jordán, Castillo, Mejías y Crespo (2006) también encontraron el efecto favorable del sistema silvopastoril en el aumento de P en el suelo después de 15 años de establecido.

### Potencial de Hidrógeno (pH)

El Potencial de Hidrógeno no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos (Cuadro 1). Estos resultados son similares a Ruiz et al. (2006), quienes no encontraron mejoras en pH en SSP a 15 años de establecido vs pastizal de gramínea al inicio. También, similar a Linares (2006) quien en SSP con cuatro años de establecido y con uso animal no encontró diferencias significativas en pH. No obstante, difieren de Hernández et al., quienes encontraron un pH edáfico ligeramente menos ácidos en sistemas silvopastoriles de 10 años de establecidos comparado con sistemas de gramíneas en monocultivo. De igual forma, difiere de Noval et al., quienes obtuvieron valores de pH más cercanos a la neutralidad a medida que la edad de los árboles se incrementó de tres a ocho años.

### CONCLUSIONES

Con base en los resultados encontrados la evaluación de las características químicas del suelo indica que N, P y pH se mantienen sin cambios entre sistemas de gramíneas y los sistemas silvopastoriles de 0, 5, 7 y 10 años de edad, con uso intensivo en la ganadería.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al SIINV-UNACH 2011 por el financiamiento otorgado para la realización del proyecto de investigación RECUPERACIÓN DE POTREROS DEGRADADOS A TRAVÉS DEL USO DE SISTEMAS SILVOPASTORILES, con Clave 06/AGV/SNV/191/11.

### REFERENCIAS

- García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª. ed. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Geografía.
- Hernández, C.M., Sánchez C., S. y Guelmes, L.S. (2008). Efecto de los sistemas silvopastoriles en la fertilidad edáfica. *Zootecnia Trop.*, 26, 319-321.
- Linares A., J.C. (2006). Evaluación de algunas propiedades del suelo como indicadores de sostenibilidad para pastoreo rotacional en silvopastoreo en un endocuept del Valle medio del río Sinú Colombia. Tesis de Maestría en Suelos. Universidad Nacional de Colombia.
- Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C.H. y Molina, E.J. (1999). Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el valle del Cauca, Colombia, pp. 325-336. En: Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Recuperado en junio 19 de 2012. Proviene de <http://www.fao.org/ag/aga/agap/FRG/AGROFOR1/Mahech20.PDF>
- Noval, E., Hernández, M. y Cairo, P. (2000). Importancia de la integración del árbol en la fertilidad de los suelos pecuarios. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara, Cuba.
- Prause, J. y Gallardo L., F. (2000). Influencia de cuatro especies nativas sobre las propiedades físicas de un suelo forestal del parque Chaqueño Húmedo Comunicación científica y tecnológica. Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE. Argentina.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E., Mejías, R. y Crespo, G. 2006. Sistemas silvopastoriles: Conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba, tomo II. En: Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- SAS. (1994). User's guide 4th ed. Statistic Analysis System. Institute Inc. North Carolina. USA.
- SEMARNAT. (2008). Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. México.
- Sepúlveda, C. e Ibrahim, M. (2009). Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas como una medida de adaptación al cambio climático. CATIE, Turrialba, C.R.
- Vázquez A., A. (2010). Evaluación Física, Química y Biológica de Suelos Ganaderos en Áreas Naturales Protegidas de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas, México.
- Velasco, A. (1998). Productividad forrajera, aporte de fósforo foliar y dinámica de los hongos endomicorrizicos y lombrices, en una pradera de *Brachiaria humidicola* sola y en asociación con *Acacia mangium*. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, C.R.
- Young, A. (1989). Agroforestry for soil conservation. CAB International-CRAF.