

# Ganadería en suelos ácidos: **mejorar** la **productividad** con **especies forrajeras** **tolerantes**

**Carolina Moncada G.**  
Médica Veterinaria  
Universidad de Antioquia  
acarolina.moncada@udea.edu.co  
Colombia

**Joaquín Angulo A.**  
Zootecnista  
Magíster en Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira  
Doctor en Ciencias Animales  
Universidad de Antioquia  
joaquinangulo@gmail.com  
Colombia

**Wilson A. Barragán H.**  
Zootecnista  
Universidad de Sucre  
Magíster en Ciencias Animales  
Universidad de Antioquia  
wilsonbarragan@gmail.com  
Colombia

**Liliana M. Mahecha L.**  
Zootecnista  
Magíster en Ciencias Agrarias  
Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira  
Doctora en Ciencias Ambientales y Agricultura  
Universidad de Rostock (Alemania)  
lilianamahechalesma@gmail.com  
Colombia

Foto:  
Cortesía Fundación Centro para  
la Investigación en Sistemas  
Sostenibles de Producción  
Agropecuaria - Cipav

## Resumen

Las condiciones agroecológicas del trópico hacen que predominen los suelos ácidos y de baja fertilidad. La formación de dichos suelos es el resultado de fenómenos naturales o implementación de prácticas de fertilización y preparación inadecuadas. Debido a los altos requerimientos de estos suelos, el establecimiento de cultivos resulta particularmente costoso, ya que son altamente dependientes de insumos externos como enmiendas y fertilizantes para alcanzar un nivel de producción moderado.

El propósito de este artículo es explorar el potencial de los forrajes tolerantes a suelos ácidos y con alta saturación de aluminio, como una alternativa sostenible y rentable para el establecimiento de sistemas ganaderos en zonas donde estos predominan. Se espera que la información aquí contenida proporcione, a técnicos y productores, una visión integral sobre el manejo de estos suelos y nuevas alternativas para aumentar su rentabilidad disminuyendo la dependencia de insumos externos.

## Abstract

Agroecological conditions in tropical areas make acid and low fertility soils the most predominant in those regions. This kind of soils is the result of natural phenomena, like rain, or inadequate use of nitrogen fertilizers and inappropriate soil preparation practices. Soil management is particularly expensive in these areas, for crop establishment, because of their high dependence of external inputs to reach a moderated productivity level.

The aim of this article is to explore new production alternatives, based in sustainability and profitability for livestock in acid soil areas, specifically grasses and forages with high tolerance to acidic and low fertility soils. It is expected that this information provides to technicians and owners a new perspective for acid soil management and new alternatives to reach high productiveness decreasing external input dependence.

## Introducción

Para lograr una ganadería sostenible es necesario iniciar con la transformación de los sistemas productivos, desde la recuperación y adecuación del suelo, como pilar de cualquier proceso de transformación agroecológica (Altieri & Nicholls, 2007). Así se obtendrán óptimos resultados en el cultivo de pastos y forrajes que servirán de sustento a los animales. Conocer las características generales del suelo es esencial para realizar las intervenciones que más se ajusten a las necesidades del mismo. Por tanto, el objetivo de este documento es revisar algunos conceptos relacionados con la fertilidad química de los suelos ácidos.

## El suelo en el contexto del trópico

Los suelos, sobre los que hoy se sustenta la producción agropecuaria, surgen como resultado de millones de años de trabajo del ambiente sobre las diferentes estructuras de la superficie terrestre. Estos han sido formados por la descomposición de la roca madre gracias a la acción erosiva del viento, la lluvia e, inclusive, algunos microorganismos (Restrepo, 2000), procesos que han dado origen a una solución rica en elementos químicos necesarios para el surgimiento y el sostenimiento de todo el componente vegetal sobre el planeta.

▼ Fotos: cortesía Cipav



Los suelos, a su vez, se hacen ricos en nutrientes y en materia orgánica debido a los ciclos biogeoquímicos, en los cuales se realiza la descomposición de sustratos de origen biológico, para reintegrarlos en sus componentes más simples al subsuelo, en donde estarán disponibles para las plantas (Restrepo, 2000). Es así como todos los elementos del ecosistema se articulan para sostener y enriquecer, lo que en un principio existió solo como base.

Su evolución particular se debe a las condiciones agroecológicas locales predominantes. Para el caso de los suelos ácidos, tema objetivo de este escrito, una de las condiciones clave son las altas tasas de precipitación, las cuales causan grandes pérdidas de los compuestos más solubles en las capas superficiales del suelo por lixiviación y, en consecuencia, se favorece la acumulación de los elementos más insolubles que por lo general son de carácter ácido (Malagón, 2003; Jaramillo, 2002).

El trópico se caracteriza por ser una zona con lluvias abundantes y frecuentes en varias épocas del año, lo que condiciona que más del 85% de los suelos en Colombia sean clasificados como suelos ácidos (Malagón, 2003).

Tradicionalmente, la producción agropecuaria en nuestro país se ha caracterizado por la implementación de paquetes tecnológicos promovidos durante la “revolución verde”, en los cuales se trabaja con especies animales y vegetales introducidas, generalmente no adaptadas a las condiciones del trópico y, por tanto, altamente dependientes de insumos externos. Sumado a esto, se fomentan prácticas como el abuso de fertilizantes sintéticos, técnicas de preparación de suelos inadecuadas para el trópico y la deforestación. Estas actividades han dado como resultado suelos agotados, altamente erosionados, muy ácidos y con un elevado riesgo de toxicidad por elementos como el aluminio y el manganeso.



Aunque todos los suelos con pH por debajo de 6,5 son considerados ácidos, existe un rango de acidez considerado “normal” para los suelos tropicales. Por debajo de este nivel, los suelos se consideran como de mediana a alta toxicidad. Estos últimos, generalmente se presentan en suelos degradados por la agricultura intensiva, altamente dependiente de insumos, sobre todo de fertilizantes con efecto residual ácido. Jaramillo (2002) clasifica estos rangos de la siguiente manera:

Los suelos con un **pH menor a 4,5** tienen un alto riesgo de toxicidad, ya que se presentan todas las formas solubles del aluminio y del manganeso. A su vez, los procesos de transformación de amoníaco a nitrato se hacen muy lentos, lo que puede causar deficiencias de nitrógeno.

En suelos con **pH 5,5 a 4,5** solo actúan algunas formas solubles del aluminio. Sin embargo, aunque también se presentan las formas solubles del manganeso y las deficiencias en nitrógeno, fósforo y molibdeno, sus efectos suelen manifestarse con menor intensidad.

Todas las formas tóxicas del aluminio y el manganeso parecen desaparecer en suelos con **pH entre 6,5 y 5,5**. En estos suelos se observa una mejora sustancial en su actividad biológica, lo que tiene, entre muchas otras consecuencias, un impacto positivo sobre la fijación de nitrógeno y la biodisponibilidad del fósforo, sobre todo en su rango superior.

La baja disponibilidad de los principales nutrientes, asociada a los altos niveles de acidez en el suelo, puede ser evidenciada en los cultivos por la observación directa

de signos como cambios en el color de las hojas (clorosis), necrosis, defoliación, entre otros (Tabla 1). De forma similar ocurre para la toxicidad asociada a la alta solubilidad del aluminio y del manganeso.

**Tabla 1.**

Síntomas de deficiencias de nutrientes en plantas establecidas en suelos ácidos (Ayarza, 1991).

Nutriente	Síntomas
<b>Nitrógeno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del crecimiento, clorosis de las hojas viejas.</li> <li>Deficiencia severa: clorosis generalizada, acompañada de enrojecimiento y necrosis de los bordes de las hojas.</li> </ul>
<b>Fósforo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del crecimiento, en leguminosas se observa un color verde intenso anormal y consistencia acartonada. En los pastos, las hojas viejas adquieren una coloración púrpura que se extiende, según la severidad de la deficiencia, a las hojas jóvenes.</li> </ul>
<b>Potasio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clorosis en el ápice de las hojas viejas, necrosis de las hojas y defoliación.</li> </ul>
<b>Azufre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clorosis más evidente en hojas jóvenes.</li> </ul>
<b>Cobre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En leguminosas, clorosis que afecta las hojas jóvenes. Si la deficiencia es severa hay enrojecimiento de los bordes de los folíolos, separación de las hojas jóvenes y muerte de los meristemas.</li> </ul>
<b>Zinc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clorosis en las hojas jóvenes, encrespamiento de los folíolos.</li> </ul>
<b>Hierro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clorosis intervenal de las hojas jóvenes de distribución uniforme.</li> </ul>
<b>Boro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Necrosis de las hojas jóvenes, deformación de las hojas y encrespamiento de los folíolos. Numerosos rebrotes en forma de roseta, que mueren al poco tiempo.</li> </ul>
<b>Molibdeno</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clorosis de las hojas. Se inhibe la fijación de nitrógeno del aire por lo que se presenta necrosis causada por una acumulación de nitratos.</li> </ul>

En caso de observar estos signos en los cultivos es recomendable realizar análisis de suelos, los cuales brindan información detallada sobre la fertilidad general del suelo, asociada a su textura, los niveles de los diferentes nutrientes y de elementos tóxicos (Cuesta & Villaneda, 2005). Estos análisis tienen precios accesibles y lo recomendable es que se realicen con la asesoría de un profesional, para seleccionar los parámetros más relevantes, según las necesidades del cultivo, y realizar la respectiva interpretación de los resultados. En general, estos análisis permiten identificar las características físico-químicas del suelo y, con base en estas, establecer los pasos a seguir para realizar una intervención adecuada y obtener cultivos de alta productividad.

Es importante tener en cuenta que como resultado de los procesos adaptativos experimentados por las plantas, existe una gran variabilidad entre los requerimientos de las mismas respecto a necesidades de luz, agua y, por supuesto, nutrientes del suelo. De manera similar ocurre con la capacidad de tolerar los niveles bajos de pH y la alta saturación de aluminio.

## Ganadería en suelos ácidos

La ganadería no es ajena a los efectos que el suelo pueda tener sobre los cultivos. Se debe tener en cuenta que los sistemas ganaderos deben garantizar una oferta suficiente de alimento para la máxima productividad de los animales, representada en litros de leche o kilogramos de carne. Por esto, se deben establecer cultivos de pastos y forrajes con una máxima producción de biomasa y



▲ Fotos: cortesía Cipav

excelente calidad composicional que logre suplir todos los requerimientos productivos del ganado.

Durante muchos años se ha luchado por cambiar las condiciones de acidez en suelos destinados a siembra y adaptarlos para sostener cultivos altamente exigentes en pH y demandantes de nutrientes, como por ejemplo la alfalfa. Bajo este precepto, los ganaderos han invertido importantes sumas de dinero, con el fin de realizar cambios sustanciales a las características naturales del suelo, por medio de la aplicación de grandes cantidades de enmiendas y fertilizantes sintéticos. El resultado son cultivos insostenibles que no perduran en el tiempo, altamente dependientes de insumos externos y con productividades por debajo de las necesidades del ganadero.

Es necesario que el sistema mismo mantenga unas condiciones óptimas para garantizar la máxima productividad y sostenibilidad de los cultivos. Esto se puede lograr por medio de la implementación de plantas fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo y, en general, adaptadas a suelos con un nivel de acidez de intermedio a fuerte.

Los pastos *Brachiaria brizantha* y *Brachiaria decumbens*, y los arbustos *Cratylia argentea* y *Tithonia diversifolia* son algunas especies de forrajes que se han estado utilizando para la alimentación del ganado con buenos resultados, y que ahora llaman la atención de productores e investigadores debido a su capacidad para crecer, desarrollarse y persistir en suelos ácidos con alta saturación de aluminio.

Las gramíneas del género *Brachiaria* son las especies de pastos predominantes en suelos ácidos y, en la mayoría de los casos, se manejan como monocultivos sin sombrero significativo. Sería conveniente la asociación de estas especies en sistemas silvopastoriles para el ganado, principalmente en las regiones de la Amazonía, los Llanos Orientales y en Magdalena Medio (Figura 1), ya que estas se han caracterizado como las regiones con los suelos más ácidos y con mayores niveles de aluminio registradas en el país (Jaramillo, 2002; Malagón, 2003).

Los sistemas silvopastoriles se considerarían importantes para este tipo de suelos porque potencializan el reciclaje de nutrientes, aportan materia orgánica y, debido a las asociaciones que se establecen con arbustivas asociadas a microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo, tienen la capacidad de autorregular la concentración de los principales nutrientes del suelo, lo que disminuye la necesidad de aplicar fertilizantes exógenos.

## Pastos y forrajes adaptados a suelos ácidos

La adaptación de los cultivos a los suelos ácidos se fundamenta tanto en la capacidad de las plantas para resistir la toxicidad de elementos, por ejemplo el aluminio



▲ Foto: cortesía Cipav

### Figura 1.

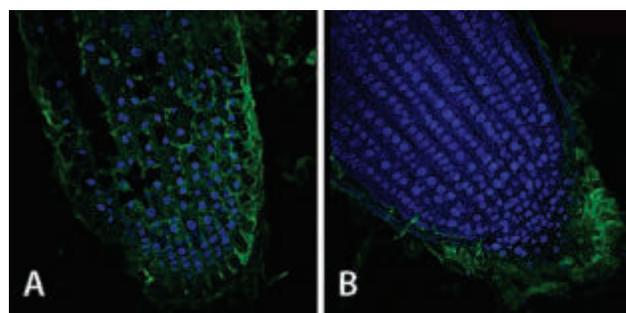
Sistema silvopastoril en la región de los Llanos Orientales (Colombia) caracterizada por ser una zona con predominio de suelos ácidos.

y el manganeso, como por la capacidad de las mismas para adquirir los nutrientes necesarios para su crecimiento de forma eficiente (Arroyave, Barceló, Poschenrieder & Tolrà, 2011). A continuación, se realizará una breve descripción sobre las especies implementadas en una investigación dirigida a buscar estrategias para mejorar la producción forrajera en suelos ácidos, desarrollada por la Universidad de Antioquia en la zona del Magdalena Medio antioqueño (Colombia), al usar un arreglo silvopastoril.

#### • *Brachiarias*

Los pastos pertenecientes al género *Brachiaria* son originarios del continente africano y se caracterizan por ser muy tolerantes a los suelos ácidos y de baja fertilidad. Arroyave et al. (2011) reportan una alta resistencia a la toxicidad por aluminio en *B. decumbens*, la cual está mediada por la secreción de ácidos orgánicos desde los ápices de las raíces, que impiden la absorción de este elemento en el suelo.

En la Figura 2, se observa la integridad celular de las raíces de *B. brizantha* (A) y *B. decumbens* (B), expuestas a una solución con una alta concentración de aluminio. En las imágenes se puede observar un mayor número de núcleos (teñidos en azul) en el tejido de *B. decumbens*, como indicador de integridad celular mientras que en *B. brizantha* es clara la disminución en el número de núcleos y un evidente daño en el tejido. Tanto *B. decumbens* como *B. brizantha* se mueven en un rango de productividad entre 8 a 30 toneladas de materia seca anual (Ciat, s.f).



#### Figura 2.

Efecto de la toxicidad del aluminio sobre la integridad celular del ápice de las raíces (tinción con lumogallion) de plantas expuestas a aluminio 200  $\mu$ M por 24 horas. (A) *B. brizantha* y (B) *B. decumbens* (Arroyave et al., 2011).

#### • *Cratylia argentea*

Este es un arbusto nativo de la Amazonía que se caracteriza por su amplia adaptación a zonas tropicales con sequías de hasta 6 meses y suelos de baja fertilidad (Argel & Lascano, 1999). Crece desde el nivel del mar hasta los 1.200 metros, en un rango de precipitación anual entre 1.000 y 4.000 milímetros. Se adapta bien a diferentes suelos, pero necesita buen drenaje. Comúnmente es usada en sistemas de corte y acarreo, donde muestra una marcada precocidad productiva, al estar lista para el primer corte desde los 4 meses después de la siembra. También puede ser usada para el pastoreo directo de los animales. Este arbusto puede alcanzar una productividad de 14,3 toneladas de materia seca por hectárea, cosechada a los 189 días (Argel & Lascano, 1999).



▲ Foto: cortesía Cipav

### Figura 3.

Pastoreo directo de *Tithonia diversifolia* por el ganado.

#### • *Tithonia diversifolia*

Este forraje conocido comúnmente en nuestro país como “botón de oro”, “falso girasol” o “margaritón”, tiene un amplio rango de adaptación y tolera suelos ácidos y de baja fertilidad. Crece a alturas entre los 0 y los 2.300 metros sobre el nivel del mar, con precipitaciones anuales entre 800 y 5.000 milímetros (Ríos, 1999; Pérez et al., 2009).

Posee un gran volumen radicular y una gran capacidad de recuperar nutrientes del suelo.

Se le atribuye la capacidad de solubilizar el fósforo presente en el suelo gracias a su asociación con micorrizas. Además, tiene un rápido crecimiento y requiere de pocos insumos para su cultivo. Es utilizada tanto para sistemas de corte y acarreo, como para el pastoreo directo del ganado (Figura 3).

En relación con su calidad nutricional, Mahecha, Escobar, Suárez y Restrepo (2007) observaron que el remplazo parcial del alimento concentrado en vacas lecheras por forraje de *T. diversifolia*, no afectó los parámetros productivos ni composicionales de la leche durante el periodo de estudio, lo que la ratifica como una especie promisoría para la alimentación de rumiantes. En cuanto a productividad, Ríos (1999) reportó rendimientos de hasta 82 toneladas por hectárea al primer corte, con densidades de 2,66 plantas por metro cuadrado.

En conclusión, la asociación de especies forrajeras adaptadas a rangos bajos de pH, en la modalidad de silvopastoreo para suelos ácidos, aumenta su capacidad para tolerar las condiciones extremas de estos suelos y alcanzar una alta productividad y composición nutricional adecuada para la alimentación del ganado.

A su vez, estos forrajes mejoran la calidad del suelo fijando nitrógeno del aire y aumentando la biodisponibilidad del fósforo, gracias a las asociaciones que se establecen con varias especies de bacterias fijadoras de nitrógeno y micorrizas. Sumado a esto, el aumento de la cobertura vegetal aporta materia orgánica al suelo por la hojarasca y los demás compuestos asociados al sistema, y disminuye el impacto directo de la lluvia sobre el suelo, lo que se verá reflejado en una menor tasa de lixiviación de las bases en el subsuelo. En resumen, estos sistemas tienen la capacidad de autorregularse ante condiciones de pH bajos y, en consecuencia, brindan una mejor productividad con una menor dependencia de insumos externos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la estrategia de sostenibilidad del Grupo Grica 2011-2012 y al proyecto Codi "Evaluación de las emisiones de metano entérico de gramíneas y especies arbustivas sometidas a niveles crecientes de sombra y su relación con la composición bioquímica, nutricional y estructural, como indicador de la capacidad de los sistemas silvopastoriles para mitigar el efecto del calentamiento global" por el apoyo económico para la investigación que dio origen a este documento.

## Referencias

Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. (2007). Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas*, 16, (1) 3-12.

Argel, P. & Lascano, C. (1999). *Cratylia Argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelos ácidos en zonas subhúmedas tropicales. En Sánchez, M. & Méndez, M. (Eds.), *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998, Roma: Fao. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/014/x1213s/x1213s.pdf>

Arroyave, C., Barceló, J., Poschenrieder, C. & Tolrà, R. (2011). Aluminium-induced changes in root epidermal cell patterning, a distinctive feature of hyperresistance to Al in *Brachiaria decumbens*. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 105 (11), 1477-1483.

Ayarza, M.A. (1991). Efecto de las propiedades químicas de los suelos ácidos en el establecimiento de las especies forrajeras. En Lascano, C. & Spain, M. (Eds.), *Establecimiento y renovación de pasturas* (pp. 161-186). Cali: Ciat.

Ciat. (s.f). *Forage fact sheets*. Recuperado de: <http://www.tropicalforages.info/>

Cuesta, P. & Villanada, E. (2005). El análisis de suelos: toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. En Cuesta, P.A (Ed.), *Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones caribe y valles interandinos*. Bogotá: Corpoica. Recuperado de: <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/webbac/Documentos/CaribesYVallesinterandinos.pdf>

Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la ciencia del suelo*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ciencias. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

Mahecha, L., Escobar, J.P., Suárez, J.F. & Restrepo, L.F. (2007). *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por Cebú). *Livestock Research for Rural Development* 19 (2). Recuperado de: <http://www.lrrd.org/lrrd19/2/mahe19016.htm>

Malagón, D. (2003). Ensayo sobre tipología de suelos colombianos –énfasis en génesis y aspectos ambientales. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 27(104). Recuperado de: [http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_27/104/319-341.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_27/104/319-341.pdf)

Pérez, A., Montejo, I., Iglesias, J.M., López, O., Martín, G.J., García, D., Milián, I. & Hernández, A. (2009). *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, 1 (32). Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942009000100001&script=sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942009000100001&script=sci_arttext)

Restrepo, J.G. (2000). *El suelo sano soporte de vida Sana*. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de ciencias agrarias. Recuperado de: <http://agroecologiatropical.wikispaces.com/file/view/EL+SUELO+Y+LA+SALUD+DE+LOS+SERES+VIVOS.pdf>

Ríos, C.I. (1999). *Tithonia diversifolia* una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En Sánchez, M. & Méndez, M. (Eds.), *Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998, Roma: Fao. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/014/x1213s/x1213s.pdf> ■

▼ Foto: cortesía Cipav

