



Effect of four soil lighter materials on yield of five forage species present in the district of Molinopampa (Amazonas Region)

Leidy Gheraldinne Bobadilla Rivera^{1*}, Elder Chichipe Vela¹ y Manuel Oliva¹

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó el efecto de cuatro enmiendas cálcicas sobre el suelo en el rendimiento de cinco especies forrajeras presentes en el distrito de Molinopampa, Región Amazonas, comparando diferentes tratamientos de enmiendas cálcicas: roca fosfórica, cal agrícola, dolomita, y suelo alcalino (con presencia de carbonatos). También fueron comparados con un testigo. Se identificaron las zonas con presencia de suelo alcalino y a la vez con presencia de carbonatos para ser uno de los tratamientos a aplicar. Posteriormente, se realizó un análisis de suelo, específicamente de pH, para determinar la dosis de enmienda cálcica por hectárea a usar. Se aplicó un diseño en bloque completamente al azar (DBCA), contando con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Para su posterior evaluación se midieron las siguientes variables en cada una de las especies forrajeras presentes (rye grass, siso, lengua de vaca, trébol blanco y ovillo): altura de planta en tres estaciones de crecimiento, porcentaje de materia seca, contenido de fibra y proteína. Los datos fueron procesados con la ayuda del software R aplicando la prueba de Tukey al 95% de confianza. Los resultados indicaron que las enmiendas cálcicas tienen efectos positivos en el rendimiento de las especies forrajeras comparados frente a un testigo, indicando diferencias significativas entre ellas, y exhibiendo el T2 (cal agrícola) los mejores resultados en cuanto a las variables evaluadas.

Palabras claves: Enmiendas cálcicas, materia seca, suelo.

ABSTRACT

In the present study, the effect of four soil calcium amendments on the yield of five forage species present in the Molinopampa district, Amazonas Region, was evaluated, comparing different treatments for calcium amendments: phosphoric rock, agricultural lime, dolomite, and alkaline soil (with presence of carbonates), comparing them to a control too. It was identified the zones with presence of alkaline soil and at the same time with presence of carbonates to be one of the treatments to be applied. Subsequently a soil analysis was carried out, specifically pH, to determine the dose of calcium supplement per hectare to be used. A completely random block design (DBCA) was applied, counting on 5 treatments and 4 replicates. The following variables were measured for each of the forage species present (rye grass, siso, cow tongue, white clover and ball): plant height at three growing seasons, percentage of dry matter, fiber content and protein. The results were processed with the help of software R by applying the Tukey test at 95% confidence, whose results indicated that the calcium amendments have a positive effect on the yield of the forage species compared to a control, indicating significant differences between them, and exhibiting the T2 (agricultural lime) that presented better results in terms of the evaluated variables.

Keywords: Calcium amendments, dry matter, soil.

¹Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva, Calle Higos Urco N° 342-350-356, Calle Universitaria N° 304, Chachapoyas, Perú

*Autor de correspondencia. E-mail: lbobadilla@indes-ces.edu.pe

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en la Región Amazonas es una de las actividades de mayor importancia. Sin embargo, el sistema de pastoreo en la zona de estudio es extensivo (Oliva et al., 2015). En sistemas sin laboreo, el encalado es difícil de revertir en cuanto a profundidad, así como también la fertilidad química del suelo se reduce en los sistemas de ganadería debido a que los nutrientes exportados no son sustituidos de manera equilibrada. Cuando los productos de encalado entran en contacto con el suelo, los iones básicos interactúan con las fases sólida y líquida del suelo, intercambiando iones con el complejo coloidal. El intercambio de dinámicas se ve afectado por la modificación progresiva del pH del suelo debido a las cargas variables introducidas por los materiales encalantes, así como por la concentración de iones originales e importados presentes en la solución del suelo (Vásquez *et al.*, 2013).

En situaciones de valores de pH bajos en el suelo el encalado aparece como una técnica viable para disminuir la acidez mejorando la productividad de los cultivos (Torella *et al.*, 2015). Adicionar una enmienda supone un enorme potencial para mejorar los suelos degradados, optimizando las cualidades físicas, químicas y biológicas de los suelos a los que se aplica (Ram y Masto, 2014).

El aumento del pH se produce inicialmente en la superficie y con el paso del tiempo ocurre en profundidad. Este incremento determina una progresiva saturación con calcio de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, que aumenta la disponibilidad de fósforo y potasio del cultivo y favorece entonces la obtención de mayores rendimientos.

El éxito de los sistemas pecuarios, dependen del conocimiento del efecto de la interacción suelo-pastura-animal sobre la disponibilidad y calidad nutritiva de la pastura, dado que existen muchos datos que influyen sobre la expresión del material forrajero, entre los que se destaca el nivel de nutrientes en el suelo. Para lograr una pastura con óptima disponibilidad de materia seca y calidad nutritiva, es necesario satisfacer los requerimientos del cultivo, que dependen directamente del nivel de nutrientes en el suelo (Ribas y Miranda, 2008).

Con base a lo expuesto anteriormente, se realiza el presente estudio para conocer el efecto del encalado según condiciones del distrito de Molinopampa en el rendimiento de 5 especies forrajeras, y de esta manera contribuir al sector ganadero del distrito ya mencionado. Los objetivos de esta investigación son determinar efecto de cada material encalante en el crecimiento, materia seca, fibra y proteína de las citadas 5 especies

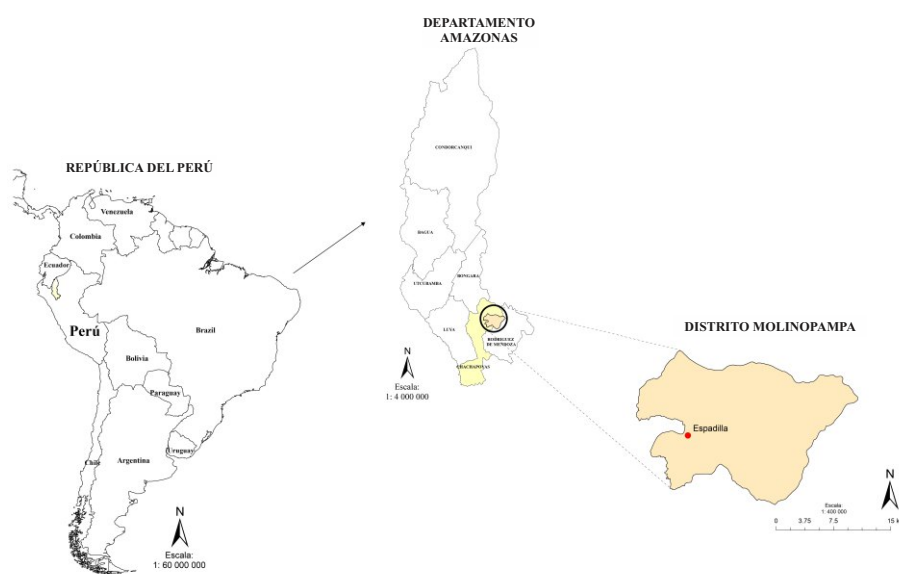


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en el distrito de Molinopampa (Región Amazonas).

forrajeras, y determinar el mejor material encalante en condiciones del distrito de Molinopampa.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el anexo de Espadilla, distrito de Molinopampa, provincia de Chachapoyas, Región de Amazonas (Figura 1).

El desarrollo del trabajo se dividió en cuatro fases:

Trabajos preliminares

En esta fase se recopiló información secundaria, como referencias bibliográficas e información cartográfica existente relacionada con la zona de estudio y obtenida del Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES) de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM).

Trabajos de campo

En el área de estudio se aplicó un diseño en bloques completamente al azar (DBCA), constituido por cinco tratamientos y cuatro repeticiones o bloques (Tabla 1).

Tabla 1. Detalle de los cinco tratamientos usados en la investigación

Tratamientos	Detalle
T0	Testigo (sin material encalante)
T1	Suelo alcalino con presencia de carbonatos de calcio
T2	Cal agrícola
T3	Dolomita
T4	Roca fosfórica

Con la ayuda de un GPS Garmin 550 Oregon se realizó la georreferenciación de los puntos de muestreo para luego ser procesados con la ayuda del software ArcGis 10.3. Por otra parte se realizó el trazo y delimitación de las parcelas para posterior ubicación de los tratamientos.

Asimismo se hizo la colecta de muestras de suelo para realizar el análisis de pH y a partir de ello poder calcular la dosis de enmienda cálcica adecuada a aplicar, a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis} \left(\text{tn} \frac{\text{cal}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{pH a alcanzar} - \text{pH actual}}{\text{Poder tampón del suelo}}$$

La aplicación se realizó al voleo según tratamiento y bloque en una cantidad de 9,25 Tn/Ha (13,875 kg/parcela experimental de 15 m²).

En cada unidad experimental se evaluaron cinco especies forrajeras: Rye grass (*Lolium perenne*), lengua de vaca (*Rumex crispus*), ovillo (*Dactylis glomerata*), trébol (*Trifolium repens*) y siso (*Philoglossa mimuloides*). Las evaluaciones se realizaron cada 15 días, tomando nota de la altura de planta en tres ocasiones.

Pasados 60 días después del primer corte, es decir cuando las especies forrajeras se encontraron en óptimas condiciones para la digestibilidad del ganado, fueron recolectadas para determinar materia seca, proteína y fibra de cada especie y por cada tratamiento de encalado.

Trabajos de laboratorio

Análisis de suelo

Para la determinación de pH de la muestra de suelo se siguió la metodología con relación 1:1 v/v, analizadas las muestras en el Laboratorio de Investigación de Suelos y Aguas (LABISAG) del INDES-CES, perteneciente a la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza (UNTRM), con la ayuda de un pHmetro de mesa.

Análisis de materia seca

Para la determinación del porcentaje de materia seca se siguieron los métodos en determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis (De la Rosa *et al.*, 2002).

Análisis bromatológico de pasto

Las cinco especies evaluadas fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de Alimentos (PRONUT) del Instituto de Investigación en Ganadería y Biotecnología (IGBI) de la UNTRM, mediante espectroscopia del infrarrojo cercano, y a través de tecnología NIRS, determinando proteína y fibra cruda.

Análisis de datos

Con la información de las evaluaciones en campo y los resultados obtenidos en el laboratorio, se procedió a realizar el análisis de los datos utilizando el Software

estadístico R versión 3.3.1. Se realizó un análisis de varianza a todos los tratamientos, y se aplicó la prueba de Tukey al 95% de confianza para la comparación entre tratamientos.

III. RESULTADOS

Efecto de las enmiendas en el crecimiento de las especies forrajes y en su contenido de materia seca, proteína y fibra

Los valores en la Tabla 2, según la prueba de Tukey al 95% de confianza nos muestran que para las diferentes especies evaluadas en cuanto a la variable altura de planta muestran estadísticamente diferencias significativas entre tratamientos, siendo los mejores T2 (cal agrícola) y T3 (Dolomita).

Tabla 2. Niveles de significancia alcanzados para la variable altura de planta (AP) - AP1, AP2 y AP3

Especie	Variable	F	P	Grupos Homogéneos				
				T0	T1	T2	T3	T4
Lengua de vaca	AP1	4,70	0,0012**	b	b	a	ab	b
	AP2	2,50	0,0437*	b	ab	a	ab	ab
	AP3	1,85	0,1206	b	b	a	a	ab
Ovillo	AP1	8,89	0,0000**	b	b	a	a	b
	AP2	1,44	0,2228	a	a	a	a	a
	AP3	0,91	0,0045**	c	b	a	b	b
Rye grass	AP1	4,33	0,0022**	b	ab	a	a	ab
	AP2	2,04	0,0902	a	a	a	a	a
	AP3	1,25	0,0291*	b	b	a	a	a
Trébol	AP1	3,03	0,0187*	b	b	a	a	b
	AP2	2,84	0,0256*	b	ab	a	ab	ab
	AP3	3,40	0,0102*	b	ab	a	ab	ab
Siso	AP1	1,98	0,0994	a	a	a	a	a
	AP2	6,10	0,0001**	b	ab	a	a	ab
	AP3	19,1	0,0000**	c	b	a	ab	ab

*Diferencias significativas
**Diferencias altamente significativas

Asimismo ofrecen los promedios de crecimiento más altos (Figura 2), para la especie forrajera lengua de vaca T2 (34,13) - T3 (33,83), ovillo T2 (55,40) - T3 (54,78), rye grass T2 (89,13) - T3 (88,13), trébol T2

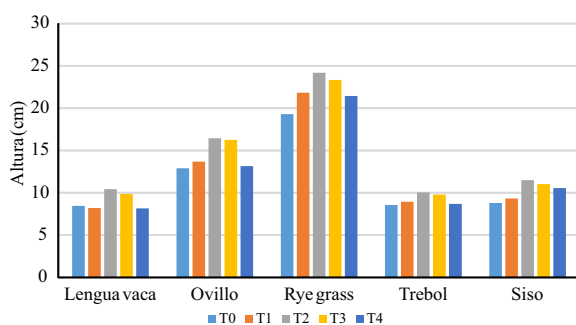


Figura 2. Altura de planta en el momento del corte (AP3) según diferentes tratamientos de encalado aplicados a las diferentes especies forrajeras.

(34,03) - T3 (31,65), y siso T2 (39,98) - T3 (38,68).

Según los valores mostrados en la Tabla 3 la prueba de Tukey al 95% de confianza, en lo referente a la variable fibra, para la mayoría de las especies forrajeras exceptuando la especie siso existen diferencias significativas entre tratamientos.

Tabla 3. Niveles de significancia alcanzados para la variable fibra de cada especie

Especie	F	P	Grupos Homogéneos				
			T0	T1	T2	T3	T4
Lengua de vaca	78,83	0,0000**	c	b	a	a	a
Ovillo	13,82	0,0002**	c	bc	a	ab	ab
Rye grass	3,73	0,0339*	b	ab	a	ab	ab
Trébol	10,18	0,0008**	b	b	a	a	ab
Siso	1,04	0,4262	a	a	a	a	a

*Diferencias significativas
**Diferencias altamente significativas

Así, los mayores porcentajes de fibra se obtuvieron con el T2 y T3 (Figura 3), para lengua de vaca T2 (19,74%) - T3 (19,61%), ovillo T2 (20,56%) - T3 (20,50%), rye grass T2 (22,11%) - T3 (22,10%), trébol T2 (15,13%) - T3 (14,85%), siso T2 (14,24%) - T3 (14,22%).

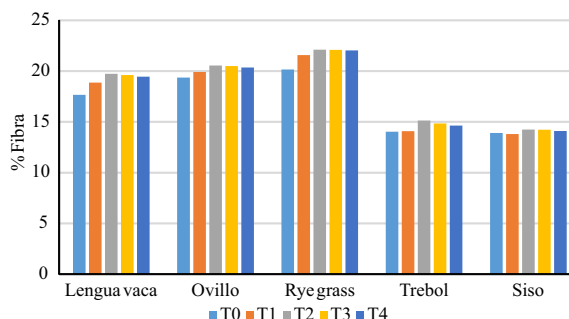


Figura 3. Contenido de fibra según diferentes tratamientos de encalado aplicados a las diferentes especies forrajeras.

La respuesta del porcentaje de materia seca a los diferentes tratamientos de encalado aplicados a la especie lengua de vaca y rye grass muestran diferencias altamente significativas. Lo mismo ocurre con las especies ovillo y trébol, donde esta diferencia es significativa, resultado que no se observó para la especie siso (Tabla 4).

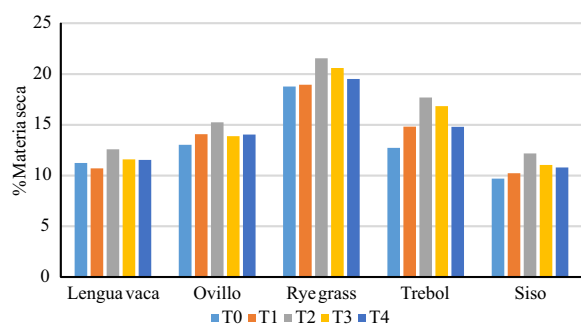
Tabla 4. Nivel de significancia alcanzados para la variable materia seca de cada especie

Especie	F	P	Grupos Homogéneos				
			T0	T1	T2	T3	T4
			Lengua de vaca	0,60	0,0068**	c	c
Ovillo	0,33	0,0349*	b	ab	a	b	ab
Rye grass	0,31	0,0062**	c	bc	a	b	b
Trébol	1,40	0,0292*	c	b	a	ab	b
Siso	0,17	0,9479	a	a	a	a	a

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

De esta manera, el tratamiento T2 registró los mayores porcentajes de materia seca con respecto al testigo (Figura 4), para lengua de vaca (12.59%), ovillo (15.24%), rye grass (21.55%), trébol (17.69%), siso (12.18%).

**Figura 4.** Porcentaje de materia seca según diferentes tratamientos de encalado aplicados a las diferentes especies forrajeras.

Los valores en la Tabla 5, muestran que existen diferencias significativas entre tratamientos, ofreciendo los mejores resultados para lengua de vaca y ovillo en el T2 y T3, y para rye grass y trébol en el T2. Por el contrario, el siso respondió de la misma manera a los tratamientos de encalado.

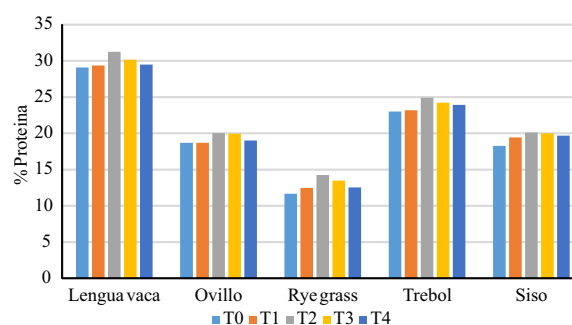
Tabla 5. Niveles de significancia alcanzados para la variable proteína de cada especie

Especie	F	P	Grupos Homogéneos				
			T0	T1	T2	T3	T4
			Lengua de vaca	45,83	0,0000**	b	b
Ovillo	17,3	0,0001**	b	b	a	a	b
Rye grass	4,86	0,0146*	b	ab	a	ab	ab
Trébol	15,78	0,0001**	d	cd	a	ab	bc
Siso	14,1	0,0002**	b	a	a	a	a

*Diferencias significativas

**Diferencias altamente significativas

El mayor porcentaje de proteína para las diferentes especies evaluadas se obtuvo con el T2, registrando los porcentajes más bajos el T0 (Figura 5) para lengua de vaca (31,25%), ovillo (20,03%), rye grass (14,24%), trébol (24,93%) y siso (20,1%).

**Figura 5.** Contenido de proteína según diferentes tratamientos de encalado aplicados a las diferentes especies forrajeras.

IV. DISCUSIÓN

La altura de planta se vio afectada positivamente con la aplicación de materiales de encalado al suelo, obteniendo diferentes respuestas según el tratamiento aplicado y las condiciones iniciales en las que estuvo presente el suelo (Vásquez *et al.*, 2013). Asimismo tiene efectos en el desarrollo de las plantas a través de su influencia sobre las diferentes características de los suelos. Esto pudo deberse al aumento de calcio, magnesio y fósforo y la disminución de aluminio, aplicados en los diferentes tratamientos, mejorándose la fijación biológica de nitrógeno, y aumentando así los rendimientos del forraje, lo cual se corrobora con lo mencionado por Darío (2012).

Para la variable materia seca se obtuvieron los mejores resultados con el T2 (cal agrícola). Estos datos son similares a los obtenidos en la investigación realizada por García (2015) al aplicar tres niveles de encalado para el cultivo de avena. Las razones derivan de la presencia de carbonatos de calcio que ayudan a mejorar los niveles de pH y por ende el desarrollo de las plantas.

Los niveles de proteína alcanzados con los tratamientos de encalado aplicados en el presente estudio para las especies evaluadas fueron superiores con respecto al testigo, resultado corroborado con una investigación realizada en el mismo distrito de estudio, en la que se evaluó el efecto de dos enmiendas cálcicas y dos abonos orgánicos en el rendimiento de la especie forrajera *Setaria sphacelata* frente a un testigo (Juárez, 2016).

Los resultados obtenidos con las dosis aplicadas de las enmiendas cálcicas (9,25 tn/Ha), lograron valores superiores al testigo en las diferentes especies

evaluadas, lo que se puede corroborar con los resultados obtenidos por Ortiz (2008) donde aplicó dosis de cal (8 tn/Ha) teniendo efectos positivos sobre las características químicas del suelo y la absorción de nutrientes en el cultivo de piña.

La aplicación de CaCO₃ al suelo permite registrar mayor porcentaje de materia seca, proteína y fibra en especies forrajeras nativas (Rivera, 2014), lo cual se puede confirmar con los resultados obtenidos en esta investigación, ya que aplicando enmiendas cálcicas se obtienen mejores resultados (T2).

En Paraguay se evaluó el efecto de tres fuentes de enmiendas orgánicas sobre la altura, producción de materia seca y relación de hoja y tallo del *Pennisetum purpureum* durante la primavera-verano y otoño-invierno, cuyos resultados en el estudio de las alturas presentaron diferencias estadísticas. En cuanto a la producción de forraje de materia seca mostraron similares comportamientos (Ribas y Miranda, 2008), lo que concuerda con el estudio realizado en el área de Molinopampa presentado diferencias significativas entre tratamientos para los cinco forrajes evaluados y para la variable altura de plantas. En cuanto a materia seca se podría decir que se obtuvieron mejores resultados con el tratamiento 2 debido a la aplicación de cal agrícola que contiene mayor porcentaje de carbonatos de calcio, lo que hace que exista una mejora en las condiciones de pH ácido del suelo, haciendo que mejore la disponibilidad de nutrientes a ser absorbidos por las plantas y consecuentemente se dé un mejor desarrollo por parte de las especies.

V. CONCLUSIONES

El efecto de las enmiendas con la aplicación de una base estándar de 9,25 tn/Ha en la mejora de las propiedades de suelos y el rendimiento de las especies forrajeras presentes, ha permitido determinar una mejora de todas las variables evaluadas incrementándose después de la aplicación de estas enmiendas cálcicas con respecto al testigo, ofreciendo el T2 (cal agrícola) los mejores resultados.

Las enmiendas cálcicas se pueden aplicar en el distrito

de Molinopampa ya que estas tienen efectos positivos en el suelo y por consecuente en la producción de pasturas, pudiendo ser aplicadas en zonas con similares características y condiciones edafoclimáticas parecidas

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Darío, R. 2012. *Mitos y realidades de las cales y enmiendas en Colombia*. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia).
- De la Rosa, B., A. Martínez y A. Argentería. 2002. "Determinación de materia seca en pastos y forrajes a partir de la temperatura de secado para análisis". *Pastos* 32 (1): 91-104.
- García, D. L. y J. V. Maguana. 2015. *Optimización del rendimiento de avena (Avena sativa L. variedad iniap82) bajo tres niveles de encalado en la granja Irquis*. Tesis de Grado. Universidad de Cuenca. Cuenca (Ecuador).
- Juárez, L. 2015. *Efecto de dos enmiendas cálcicas y dos abonos orgánicos en el rendimiento de la especie forrajera Setaria sphacelata nicarion, Molinopampa – Chachapoyas – Amazonas 2015*. Tesis de Grado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas (Perú).
- Oliva, M., C. Oliva, D. Rojas, M. Oliva y A. Morales. 2015. "Identificación botánica de especies nativas de pastos más importantes de las cuencas lecheras de Molinopampa, Pomacochas y Leymebamaba, Amazonas, Perú". *Scientia Agropecuaria* 6 (2): 125-129.
- Ortiz, E. F. 2008. *Evaluación del efecto de la cal dolomita sobre algunas características químicas del suelo y la absorción de nutrientes en el cultivo de piña (Ananas comosus) (L) Merr. Híbrido MD-2 en finca ganadera la flor S.A. en Río Cuarto, Grecia, Costa Rica*. Informe de práctica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. San Carlos (Costa Rica).

- Ram, L. C. y R. E. Masto. 2014. "Fly ash soil amelioration: A review on the influence of ash blending with inorganic and organic amendments". *Earth- Science Reviews* 128: 52-74
- Ribas, A. y D. Miranda. 2008. "Efecto de la enmienda orgánica en la producción y calidad forrajera del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en el departamento de Paraguari". *Investigación agraria* 11 (1): 23-28.
- Rivera, M. V. 2014. *Regeneración de la pradera artificial con la aplicación de enmiendas e incorporación de especies forrajeras nativas-naturalizadas e introducidas*. Tesis de Grado. Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Río Bamba (Ecuador).
- Torella, J., R. Garuzzo y E. Faita. 2015. "Efecto del encalado sobre las propiedades químicas del suelo y la germinación del trebol rojo (*Trifolium pratense*)" *Informaciones Agronómicas* 36(1): 13-16
- Vásquez, M., A. Terminiello, G. Millán, I. Daverede y E. Baridón. 2013. "Dynamics of soil liming materials broadcast on a thaptoargic hapludoll soil". *Ciencias del Suelo* 1 (31): 23-32.