



Efecto de niveles de aplicación de enmiendas cálcicas, en el rendimiento y contenido nutricional de pastos en praderas naturales

Effect of levels of application of calcium amendments, in the performance and nutritional content of pastures in natural prairies

Marielita Arce-Inga,¹, Guillermo Idrogo-Vásquez¹, Manuel Oliva^{1*}

RESUMEN

La investigación se realizó en la localidad de Quipachacha- Levanto-Amazonas, donde se evaluó el efecto de las enmiendas cálcicas sobre el rendimiento y contenido nutricional de pastos en praderas naturales. Se utilizó dos tipos de enmiendas cálcicas: cal agrícola y dolomita con dos dosificaciones. El diseño experimental fue en diseño completo al azar DCA con 5 tratamientos y 5 repeticiones. El análisis de varianza se realizó con la prueba Tukey. La composición florística, la especie más abundante en los tratamientos fue el trébol "*Trifolium repens*". En el análisis bromatológico la variable Cenizas tuvo significancia al ser comparada entre cortes. El forraje verde no presentó significancias entre los tratamientos, pero si existió significancia para la materia seca con el T4 en comparación de cortes. Para análisis de suelo no se mostró ningún nivel de significancia entre los tratamientos. En el análisis de la línea de base, el mejor nivel fue el nivel C con 27,33% de materia seca y en forraje verde lo obtuvo el nivel A con 15773,3 kg/ha., esta al compararla con los resultados después de la aplicación de enmiendas cálcicas se notó que si hubo variación, pero fue mínima.

Palabras claves: composición florística, rendimiento, enmiendas.

ABSTRACT

The research was carried out in the town of Quipachacha-Levanto-Amazonas, where the effect of the calcium amendments on the yield and nutritional content of grasses in natural grasslands was evaluated. Two types of calcium amendments were used: agricultural lime and dolomite with two dosages. The experimental design was in randomized complete DCA design with 5 treatments and 5 replicates. The analysis of variance was performed with the Tukey test. The floristic composition, the most abundant species in the treatments, was the "*Trifolium repens*" clover. In the bromatological analysis, the Ash variable had a significant effect when compared between cuts. Green fodder did not show any significant differences between the treatments, but there was a significance for the dry matter with T4 in comparison to cuts. For soil analysis, no level of significance was shown between treatments. In the analysis of the baseline, the best level was level C with 27.33% of dry matter and in green forage was obtained the level A with 15773.3 kg / ha., This when comparing it with the results after The application of calcium amendments was noted that if there was variation, but it was minimal.

Key words: floristic composition, yield, amendments.

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: soliva@indes-ces.pe

I. INTRODUCCIÓN

Los pastizales son una fuente importante de biodiversidad, que respaldan la producción de animales de pastoreo y proporciona una gama de servicios ecosistémicos esenciales, como garantizar la calidad del agua y el almacenamiento de carbono en el suelo, (Dignam *et al.*, 2016), pero con la degradación química de los suelos, debido a la acidez y los procesos de erosión, resultantes de un método de sistema de labranza tradicional, es uno de los principales factores responsables de la disminución de la capacidad productiva de los pastos tropicales (Tiritan *et al.*, 2016).

Amazonas cuenta con buenas condiciones para el desarrollo de la actividad ganadera gracias a la existencia de una considerable extensión de pastos naturales: 1296427.65 ha que se encuentra sobre todo en la región andina (INEI, 2012), las praderas naturales alto andinas son el recurso forrajero de mayor importancia en la crianza de camélidos, ovinos y vacunos aportando más del 85% de la alimentación bovina y su superficie en el país es de más de 15 millones de ha, ocupando el segundo lugar en extensión después de los bosques (INIA, 2014), con la producción de praderas naturalizadas realizando manejos como fertilización incorporando nutrientes al suelo o integrando manejos adecuados, como mejorar el drenaje, introducir nuevas especies o mejorar el sistema de pastores, la comunidad vegetal se altera y se puede observar una reducción en el número de especies y un aumento en el valor forrajero agregado de la pradera (Ramírez, 2013).

Las enmiendas han surgido como una fuente de enriquecimiento y productividad de los pastos, debido a que ayudan a restaurar la textura y pH de los suelos (Lazcano, 2003). Por lo tanto la aplicación de cal a la superficie del suelo sin labranza puede mejorar la nutrición de las plantas, la producción de materia seca, y el rendimiento de los cultivos (Crusciol *et al.*, 2016), una de las limitaciones para el pasto y el crecimiento de los cultivos pueden ser causadas por niveles inherentemente bajos de macro y micro nutrientes, niveles tóxicos de aluminio (Al) y manganeso (Mn) en suelos fuertemente ácidos (Gourley y Sale 2014)

La cal calcita (CaCO_3), es una alternativa en suelos ácidos de carga variable, disminuye la fitotoxicidad por aluminio y produce el aumento de los rendimientos y el valor nutritivo de las plantas, debido a esto se hace necesario buscar alternativas para la recuperación de praderas con la incorporación de enmiendas (Rivero, 2014), mejorando los niveles de producción de las praderas y siendo pastoreadas eficientemente pueden alcanzar altas producciones de materia seca (Ramírez, 2013). Generalmente se tiene que las praderas introducidas en los Llanos están constituidas principalmente por la gramínea *Brachiaria decumbens*, que ha contribuido al desarrollo de una ganadería más productiva; no obstante, en la actualidad la producción animal es baja, como consecuencia de la degradación de praderas ocasionada por varios factores, entre los que sobresale la falta de fertilización en el establecimiento y el mantenimiento de las praderas (Rincón 2008).

En las actividades ganaderas y agrícolas, una de las limitaciones físicas que se presentan en el suelo es la compactación, por tal motivo se señala que los procesos bióticos y los abióticos constituyen las enmiendas orgánicas, mientras que los tratamientos físicos aplicados al suelo son métodos efectivos para recuperar esta propiedad (Murillo *et al.*, 2014)

El objetivo de este estudio fue evaluar si la aplicación de enmiendas calcícas mejora las características físico-químicas del suelo, el análisis bromatológico, la materia seca y forraje verde de los pastos y composición florista en los pastos naturales.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Ubicación y duración del experimento

La parcela de estudio se encuentra a una distancia de 25 km, de la ciudad de Chachapoyas, en la localidad de Quipachacha, distrito Levanto, Región Amazonas, a 2501.m.s.n.m., cuya ubicación es: -7,9114 Longitud Oeste y -6,29056 Latitud Sur. Se caracteriza por un clima frío, con una precipitación promedio de 68mm, una temperatura promedio de 15.6 °C, y un ecosistema

de bosques de neblina.

Unidades experimentales

La investigación tuvo un área total de 300 m², con 5 tratamientos y 3 repeticiones (Tabla 1). La unidad experimental tuvo un área de 20 m². Se utilizó dos tipos de enmiendas calcáicas cal agrícola con Ca(OH)₂ disponible 50-60%, CaO disponible 30-40% y dolomita con CaCO₃ 57.8%, MgCO₃ 36.7%), y dos dosificaciones para cada enmienda utilizada.

Tabla 1. Número de tratamientos

Tratamientos		
T1	T	Testigo
T2	Cd1	Cal dosis 1
T3	Cd2	Cal dosis 2
T4	Dd1	Dolomita dosis 1
T5	Dd2	Dolomita dosis 2

Métodos y procedimientos

Diseño estadístico del campo experimental.

Se utilizó un diseño completo al azar (DCA). El análisis de varianza y las pruebas de media se realizó utilizando la prueba de TUKEY en el programa SPSS versión 12.

Conducción del experimento

Instalación del experimento

El experimento se instaló en el mes de setiembre, cuando las condiciones climáticas fueron apropiadas para el desarrollo del pasto.

Se hizo el reconocimiento del terreno y se procedió a trazarlo utilizando rafia y estacas.

Muestreo suelo

Dos meses antes de la instalación se realizó la recolección de la primera muestra de suelo, utilizando el método del zig-zag. El corte, con una profundidad de 30 cm, con la finalidad de tener una base para la comparación con los análisis de suelos finales, obteniendo un pH de 5.74.

Composición florística dentro del área de investigación

Esto se hizo con la finalidad de identificar las especies de pastos que se encuentran dentro del área de investigación. Se realizó utilizando el método del transecto lineal, se basa en estirar una cuerda sobre el suelo, en

un lugar elegido al azar y tomar nota del pasto que se encuentre cada 50 cm debajo de la cuerda. La cuerda contaba de 100 puntos la cual equivale a 50 metros (Mostacedo y Todd, 2000).

Encalado

El encalado se realizó en época de lluvias. Se pesaron los dos tipos de enmiendas de acuerdo a los cálculos realizados según el análisis de suelo, de la cual se obtuvieron cuatro dosificaciones.

Dolomita:

- Dosis 1: 2000 kg/ha----->4 kg/20 m²
- Dosis 2: 3000 kg/ha----->6 kg/20 m²

Cal agrícola:

- Dosis 1: 3000 kg/ha----->6 kg/20 m²
- Dosis 2: 2000 kg/ha----->4 kg/20 m²

Abonamiento

Se agregó Guano de Isla para mejorar la fertilidad del suelo. La cantidad agregada de guano de isla para toda el área experimental de 300 m² fue de 50 kg.

Corte del follaje

Corte antes de la aplicación de enmiendas

Se visualizó tres niveles (a, b, c) del pasto los cuales fueron de acuerdo al tamaño y abundancia del pasto, se utilizó el método del cuadrante, del cual se cortó solo la cuarta parte

Primer corte

El primer corte se hizo después de 3 meses de haber aplicado las enmiendas calcáicas.

Segundo corte

El segundo corte se realizó a los tres meses del primer corte y fue el último corte del experimento.

Variables evaluadas

Composición florística

Se realizó una composición florística inicial (línea de base) y una composición florística final.

Para ello se realizó utilizando el método del cuadrante con 20 puntos de las cuales se lanzó al azar en cada tratamiento 5 veces, teniendo al final 100 puntos. Esto se realizó por cada tratamiento y sus respectivas repeticiones.

Producción de forraje verde y materia seca

Se cortó una muestra representativa del pasto a través

del método del cuadrante. Para ello se colocaba sobre el pasto el cuadrante (1 m²) de la cual se cortó solamente la cuarta parte del cuadrante. Y se pesaba la muestra. Se tuvo en cuenta el tamaño del pasto, se optó por poner tres niveles:

- Nivel a----->nivel alto
- Nivel b----->nivel medio
- Nivel c----->nivel bajo

Para materia seca se sacó una muestra representativa de los tres niveles ya mencionados y se trajo al laboratorio de nutrición para ser secados en las estufas por 3 días a 80°C.

Análisis bromatológico

Una muestra representativa de los tres niveles ya mencionados lo cual se envió al laboratorio de nutrición de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM-A), para análisis de humedad, cenizas, fibra, proteína.

Análisis Físico – Químico de los suelos al inicio y al final de la investigación

Los distintos análisis de suelo fueron realizados antes y después de la aplicación de las enmiendas calcicas, se tomaron muestras de 30 cm de profundidad en donde se analizó los nutrientes y el pH. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Investigación de Agua y Suelos de la UNTRM-A.

III. RESULTADOS

Composición florística línea de base

Para las especies forrajeras, el pasto con mayor abundancia es el Kikuyo “*Pennisetum clandestinum*” con un 25,32% y la especie con menos abundancia es el trébol rojo “*Trifolium pratense*” con un 2,53% (Figura 1).

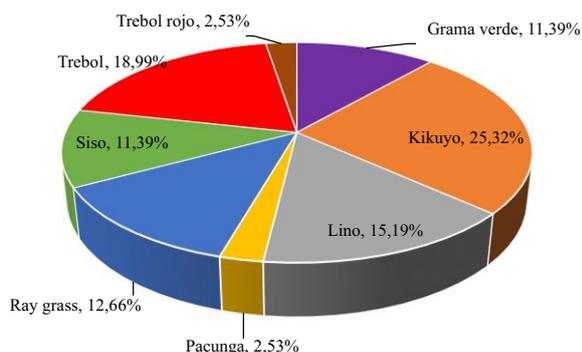


Figura 1. Composición florísticas de especies forrajeras en praderas naturales.

Para las especies no forrajeras, la mayor abundancia lo tiene el Solman “*Ranunculus praemorsus*”, con un 14,29%. Y el resto de las especies mostradas en la figura 2 conforman el 9,52%.

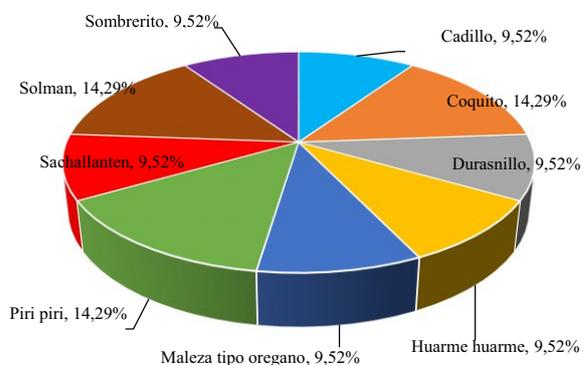


Figura 2. Composición florísticas de especies no forrajeras en praderas naturales.

Después de la aplicación de enmiendas

Como mejor resultado se tuvo al tratamiento T3 y T2 en cuanto a abundancia de especies forrajeras y no forrajeras.

T2: CAL, DOSIS 1 (Cd1)

La mayor abundancia es Trébol “*Trifolium repens*” con un 24,23% y la menos significativa el Lino “*Paspalum bonplandianum*” con 5,77% (Figura 3)

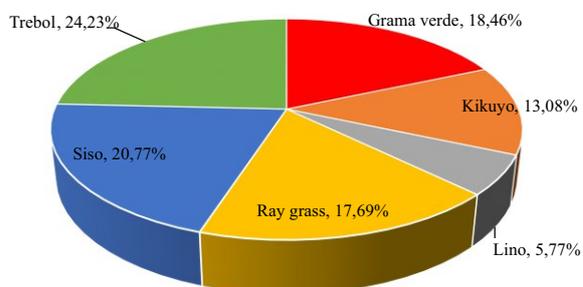


Figura 3. Composición florísticas de especies forrajeras en praderas naturales.

Las malezas están en un porcentaje bajo de abundancia excepto el Piri piri “*Cyperus sp*” con un 23.68%.

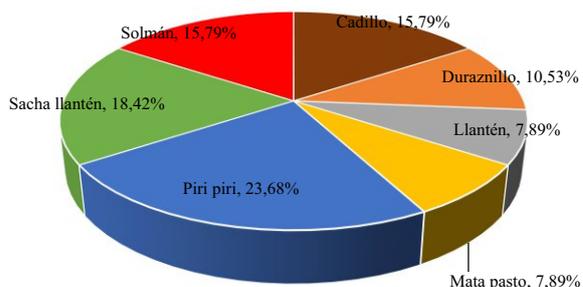


Figura 4. Composición florísticas de especies no forrajeras en praderas naturales

T3: CAL, DOSIS 2 (Cd2)

El pasto más abundante es Kikuyo "*Pennisetum clandestinum*" con un 37,36%, y el Siso "*Philoglossa mimuloides*," con un porcentaje menor de 3,66% (Figura 5)

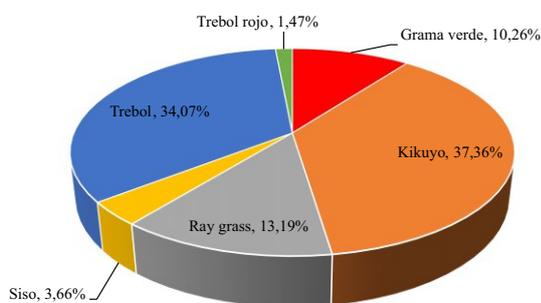


Figura 5. Composición florísticas de especies forrajeras en praderas naturales.

Según muestra la figura 6, la maleza más abundante es el Piri piri "*Cyperus sp*" y el duraznillo "*Cuphea strigulosa*" con un 22,22%.

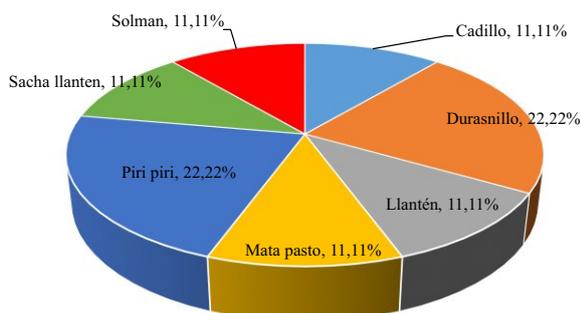


Figura 6. Composición florísticas de especies no forrajeras en praderas naturales.

Producción de forraje verde y materia seca

La tabla 1 muestra el rendimiento tanto de forraje verde y materia seca antes del encalado, de la cual se puede observar que en forraje verde el mejor rendimiento lo obtuvo el nivel A con 15773.3 (Kg/ha), y en materia seca lo obtuvo el nivel C.

Tabla 2. Rendimiento de forraje y materia seca (línea de base)

Niveles evaluados	Forraje verde (Kg/ha)	Materia seca (%)
Nivel A	15773,3	22,69
Nivel B	5200,0	23,89
Nivel C	9280	27,33

La tabla 3 muestra el rendimiento de forraje verde donde en el corte 2 se tuvo mejores resultados en rendimiento. Siendo el tratamiento T2 la que alcanzo

mayor resultado con 25373 (kg/ha), y el menor rendimiento lo tiene el T5 con 22004 (kg/ha)

Tabla 3. Rendimiento de forraje después del encalado

Tratamiento	Rendimiento de Forraje Verde (Kg/ha)		Comparación entre cortes
	1 ^{er} corte	2 ^{do} corte	
T1	20600	22618	a
T2	21965	25373	a
T3	24013	22880	a
T4	23582	24231	a
T5	22329	22004	a
Nivel significancia	NS	NS	NS

* Letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos para $p < 0.05$ de acuerdo a la prueba de Tukey.

La tabla 4 muestra el rendimiento de materia seca, que es mejor en el corte 1 teniendo como mejor tratamiento al T5 con 25,16%, y al de menor rendimiento al T2 con 23,86%

Tabla 4. Rendimiento de materia seca después del encalado

Tratamiento	Rendimiento Materia Seca (%)		Comparación entre cortes
	1 ^{er} corte	2 ^{do} corte	
T1	24,46	24,06	a
T2	23,87	22,18	a
T3	24,67	23,74	a
T4	24,66	22,11	a
T5	25,16	22,72	a
Nivel significancia	NS	NS	NS

Análisis bromatológico de los pastos naturales

La tabla 5 muestra que en humedad el mejor nivel fue el nivel B, para proteína fue el nivel A y para ceniza el nivel C.

Tabla 5. Análisis bromatológico línea de base

Niveles evaluados	Análisis bromatológico línea base (%)		
	Humedad	Proteína	Cenizas
Nivel A	10,03	16,82	7,06
Nivel B	10,27	16,73	9,76
Nivel C	10,18	16,40	9,87

La tabla 6, muestra que los mejores resultados lo tiene el corte dos, teniendo como mejor tratamiento al T5 con 12,31%, y de menor rendimiento el T3 con 11,28%.

Tabla 6. Análisis comparativo de Humedad entre los tratamientos.

Tratamiento	Humedad (%)				
	1 ^{er} corte		2 ^{do} corte		Comparación entre cortes
T1	11.39	a*	12.06	a	
T2	11.01	a	11.62	a	a
T3	10.61	a	11.28	a	a
T4	10.83	a	11.86	a	a
T5	11.27	a	12.31	a	a
Nivel de significancia	NS		NS		NS

La tabla 7 muestra que en cuanto al rendimiento de proteína el mejor resultado fue en el primer corte, teniendo como mejor tratamiento el T2 con 20,48% y el menor el T5 con 18,69%.

Tabla 7. Análisis comparativo de Proteína entre los tratamientos.

Tratamiento	Proteína (%)				
	1 ^{er} corte		2 ^{do} corte		Comparación entre cortes
T1	20.40	a*	16.94	a	
T2	20.48	a	17.07	a	a
T3	17.75	a	16.97	a	a
T4	18.71	a	16.73	a	a
T5	18.69	a	18.45	a	a
Nivel de significancia	NS		NS		NS

La tabla 8 indica mejores resultados en el segundo corte teniendo como mejor tratamiento al T5 con 11,64%, y el de bajo rendimiento el T3 con 10,75%. Para la comparación de cortes se nota claramente que si hay diferencia significativa en todos los tratamientos.

Tabla 8. Análisis comparativo de Cenizas entre los tratamientos.

Tratamiento	Ceniza (%)				
	1 ^{er} corte		2 ^{do} corte		Comparación entre cortes
T1	9.42	a	11.03	a	
T2	9.36	a	11.44	a	a
T3	8.75	a	10.75	a	a
T4	9.48	a	10.80	a	a
T5	9.05	a	11.64	a	a
Nivel de significancia	NS		NS		NS

Análisis físico-químico del suelo

El pH inicial antes de los encalados fue de 5,74. La tabla 9 muestra que no existe nivel de significancia entre los tratamientos, pero que si es un poco mayor que el pH inicial. Es por eso que se ve la falta de diferencia entre tratamientos.

Tabla 9. Análisis de suelo final

Tratamientos (T)	pH final	
T1	5.72	a
T2	5.76	a
T3	5.67	a
T4	5.55	a
T5	5.80	a
Nivel de significancia	NS	

IV. DISCUSIÓN

La composición florística encontrada en praderas naturales mostró una mayor cantidad de especies forrajeras (pastos) que especies no forrajeras (malezas). Este dato comparado con la investigación de Oliva y Collazos (2015), encuentra diferencias ya que su investigación se realizó de acuerdo a los sistemas de pastoreo.

El kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es la especie con mayor abundancia dentro de las tratamientos evaluados, por ejemplo en el tratamiento 3 con 37,36%. Esta investigación comparada a la abundancia encontrada por Oliva y Collazos (2015), con un porcentaje de 29,7%. La cual indica menor abundancia al de la investigación realizada.

Según la investigación de Rivero (2014), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos respecto a forraje verde tn/Ha/Corte, teniendo como mejor tratamiento el T2 (especies promisorias+ CaCO₃). Esto al ser comparado con la investigación en Quipachacha (Levanto), existe una gran diferencia en los resultados ya que en la investigación no se encontró significancia alguna entre los tratamientos.

En materia seca no se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, a diferencia cuando se hizo comparación entre cortes de la que se obtuvo mejor resultado al tratamiento 4, en cuanto para (Enrique Combatt *et al.*, 2008) La materia seca y la relación hoja/tallo fueron mayores siempre para *B. decumbens* respecto a *C. nlemfuensis*, de manera independiente al nivel de encalamiento

En cuanto a análisis bromatológico para humedad, proteína y calcio en la comparación de cortes solamente hubo significancia en la variable Cenizas entre los

tratamientos de cada corte. Pero en la investigación realizada por Rivero (2014). Se registra un mayor porcentaje en proteína, al aplicar enmiendas calcáicas. Lo cual indica una diferencia significativa en los resultados.

Para (Enrique Combatt *et al.*, 2008) los valores del pH del suelo aumentaron y las concentraciones de aluminio decrecieron significativamente con la dosis de cal reduciéndose hasta en un 80%, esto concuerda con lo dicho por (Gourley y Sale 2014) que en su investigación la aplicación de cal dio como resultado un pH más alto (CaCl₂) aproximadamente 1 unidad de pH más y valores de Al más bajos a las profundidades aplicadas, pero comparada estos resultados con esta investigación difiere considerablemente ya que con la aplicación de las enmiendas calcáicas el pH no tuvo significancia alguna para ningún tratamiento

V. CONCLUSIONES

El efecto de las enmiendas calcáicas de una base estándar de 2000-3000 kg/ha tanto de cal agrícola como de dolomita. En la composición florística, ha permitido determinar una mayor abundancia de especies forrajera que especies no forrajeras, dentro de Las especies más abundantes de forrajeras encontradas fueron el Trébol "*Trifolium repens*" con un 24.23%, y el Kikuyo "*Pennisetum clandestinum*" con 37.36%.

Con la aplicación de enmiendas calcáicas en esta investigación no se encontraron diferencias significativas dentro de los objetivos planteados

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Crusciol, A. C., R. R. Marqués, A. C. A. Carmeis Filho, R. P. Soratto, C. H. M. Costa, J. Ferrari Neto, G. S. A. Castro, C. M. Pariz y A. M. de Castilhos. 2016. "Annual Crop Rotation of Tropical Pastures with No-till Soil as Affected by Lime Surface Application." *European Journal of Agronomy* 80: 17-26.

Dignam, B. E. A., M. O'Callaghan, L. M. Condrón, J. M. Raaijmakers, G. A. Kowalchuk y S. A. Wakelin. 2016. "Challenges and

opportunities in harnessing soil disease suppressiveness for sustainable pasture production." *Soil Biology and Biochemistry* 95: 17-31.

Enrique Combatt, C., O. Alfredo Jarma y A. Libardo Maza. 2008. "Crecimiento de *Brachiaria decumbens* Stapf y *Cynodon Nlemfuensis* Vanderyst En Suelos Sulfatados Ácidos de Córdoba." *Revista MVZ Córdoba* 13: 1380-1392.

Gourley, C. J. P. y P. W. G. Sale. 2014. "Chemical and physical amelioration of subsoils has limited production benefits for perennial pastures in two contrasting soils." *Soil and Tillage Research* 144: 41-52.

INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). 2012. *IV Censo Nacional Agropecuario*. Lima (Perú): INEI.

INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria). 2014. *Manejo y conservación de praderas naturales en la zona altoandina*. Lima (Perú): INIA.

Mostacedo, B. y F. Todd. 2000. *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*. Santa Cruz (Bolivia): BOLFOR.

Murillo, J., G. Rodríguez, B. Roncallo, L. A. Rojas y R. R. Bonilla. 2014. "Effect of the application of sustainable practices on the physical, chemical and microbiological characteristics of degraded soils." *Pastos y forrajes* 37: 270-278.

Ramírez, M.Á. 2013. *Dinámica vegetacional de praderas sembradas con especies nativas y naturalizadas con dos niveles de fertilización en un mediano plazo*. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile. Valdivia (Chile).

Rincón, Á. 2008. "Fertility and extraction of nutrients in corn-grass association in acid soils of the piedmont plains of Colombia". *Agronomía colombiana* 26: 322-331.

Rivero, 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. Riobama (Ecuador).

Tiritan, C. S., L. T. Büll, C. A. C. Crusciol, A. C. A. Carmeis Filho, D. M. Fernandes y A. S. Nascente. 2016. "Tillage system and lime application in a tropical region: soil chemical fertility and corn yield in succession to degraded pastures." *Soil and Tillage Research* 155: 437-447.