

Efecto de la aplicación de las fuentes convencionales de calcio (cales) en el suelo y en la biomasa del **Pasto Kikuyo**

Rubén Darío David Giraldo
Ingeniero Agrónomo y Magíster en Geomorfología y suelos
Universidad Nacional de Colombia
Docente de tiempo completo
Universidad Católica de Oriente –UCO–
rdavid@uco.edu.co
3116143376
Colombia

Daniel Castro
Zootecnista
Universidad Católica de Oriente –UCO–
3127356416
daniel94ct@gmail.com
Colombia

María Clara Ramírez
Zootecnista
Universidad Católica de Oriente –UCO–
3128643341
macra27@gmail.com

Resumen

Se evaluó la biomasa del pasto Kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) luego de la aplicación de cinco fuentes “convencionales” de calcio, en el municipio de El Carmen de Viboral (Antioquia). Los tratamientos fueron carbonato de calcio + carbonato de magnesio, hidróxido de calcio, sulfato de calcio, carbonato de calcio y óxido de calcio, versus un testigo con el tratamiento convencional del predio. Posteriormente, se evaluó el estado nutricional del suelo, el contenido de calcio en el tejido de las plantas y se estimó la biomasa producida por cada tratamiento en seis pastoreos.

Se encontró que la producción de biomasa aumentó con el tratamiento de carbonato de calcio + carbonato de magnesio y el calcio en el tejido aumentó, pero ninguna de las fuentes lo llevó al umbral recomendado. A nivel del suelo, todas las fuentes neutralizaron el aluminio, tres de ellas subieron el pH al nivel adecuado y todas subieron el calcio y otros elementos nutritivos.

PALABRAS CLAVE:

Enmiendas calcáreas, materia seca (biomasa), pasturas.

30450

Introducción

En Colombia el área destinada al uso agropecuario según el Departamento Nacional de Estadísticas -DANE-, es de 30.199.949 hectáreas (ha), de las cuales el 69,4% corresponden a pastos y forrajes. Por esta razón, el pasto es el cultivo de mayor expansión (área) del país, lo cual demanda que se trate como un cultivo y se realicen las investigaciones necesarias para su aprovechamiento y optimización.

Como lo sugiere Perdomo (2009) los pastos deben tener una composición nutricional adecuada que garantice su bienestar y nutrición y, por su parte, Osorio (2013) propone el uso de enmiendas calcáreas para contrarrestar los efectos adversos del aluminio (Al), además de aportar calcio (Ca) que favorece las plantas y genera resistencia a plagas y enfermedades. Por consiguiente, el uso de enmiendas puede ser de interés para mejorar los rendimientos y el bienestar de las pasturas y ayudar a disminuir los costos de producción de los productores de leche.

ABSTRACT

The biomass of the Kikuyo pasture (*Cenchrus Clandestinus*) was evaluated after the application of five "conventional" sources of calcium, in the municipality of El Carmen de Viboral, Antioquia, Colombia. The treatments were Calcium carbonate + magnesium carbonate, calcium hydroxide, calcium sulphate, calcium carbonate and calcium oxide, versus a witness with the conventional treatment of the grassland.

Consequently, the nutritional status of the soil, the calcium content in the plant tissue was evaluated, and the biomass produced by each treatment was determined in six grazing areas.

It was found that the biomass production increased with the treatment of calcium carbonate + magnesium carbonate; the calcium in the tissue increased, but none of the sources took it to the recommended threshold.

At soil level, all sources neutralized aluminum, three of them raised the pH to the right level, and all of them increased calcium and other nutritional elements.

KEYWORDS:

Calcareous amendments, dry mass, pastures.

Funciones de las cales

1. Neutralizar total o parcialmente las especies iónicas del aluminio.
2. Aumentar el pH del suelo para insolubilizar el Aluminio y/o mejorar la solubilidad de algunos nutrientes (fósforo, calcio, magnesio).
3. Aportar calcio y, según la fuente seleccionada, otros minerales.
4. Mejorar la estructura del suelo, la actividad microbial, y el manejo de patógenos del suelo, entre otros beneficios.

Fuentes de calcio convencionales (cales):

- Cal agrícola (carbonato de calcio): Es la más utilizada en el país, debido a su bajo costo, pero posee baja solubilidad, lo que impide que penetre hasta los horizontes subsuperficiales y su aporte nutricional sea muy bajo. Por tanto, su reactividad y movilidad en el suelo es muy limitada y se recomienda para cultivos perennes o de ciclo largo. Para su uso en pasturas y para mejorar la situación antes expuesta se recomienda utilizar en forma impalpable (tamaño de partículas muy pequeño).
- Cal dolomita (carbonato de calcio + carbonato de magnesio): Es similar a la primera y también de alto uso y presenta además, una mezcla física de carbonato de magnesio.

- Cal viva (óxido de calcio-CaO): Es una fuente muy reactiva, por lo cual se pueden obtener resultados más rápidos, aunque en exceso puede causar afectación a brotes de plantas y ser perjudicial para las personas en las vías respiratorias o los ojos y causar alergias en la piel.
- Cal apagada: Es una fuente más soluble que las dos primeras cales y no es tan reactiva como la cal viva. Presenta adecuada velocidad de trabajo en el suelo.
- Yeso agrícola (sulfato de calcio): Presenta alta solubilidad, puede penetrar los horizontes del suelo y aporta, además, azufre, pero su velocidad de reactividad frente a algunos agentes del suelo como el aluminio, en ocasiones, puede ser baja. No se considera una cal convencional.





donde se presentan suelos derivados de cenizas volcánicas, conocidos por su capacidad de absorción (retención) de nutrientes, lo cual limita la nutrición vegetal.

Dicha investigación se realizó en un terreno homogéneo de 1400 m², con una inclinación de 3 a 7 grados, con uso en pastoreo, sembrado con pasto kikuyo. Dicha parcela se subdividió en seis parcelas de 234.4 m² de las cuales cinco tenían tratamientos (cales) y una de ellas servía de testigo. Dentro de cada parcela se determinaron nueve zonas de aforo fijas (permanentes) de 0.25 m², con una distribución geométrica en todo el terreno cubriendo el área y evitando efectos de borde y traslapes de los tratamientos, como se ilustra en la Figura 1.

Materiales y métodos:

Parcelas de investigación. La investigación se llevó a cabo en la vereda Quirama, en el municipio de El Carmen de Viboral, subregión Oriente del departamento de Antioquia (Colombia),

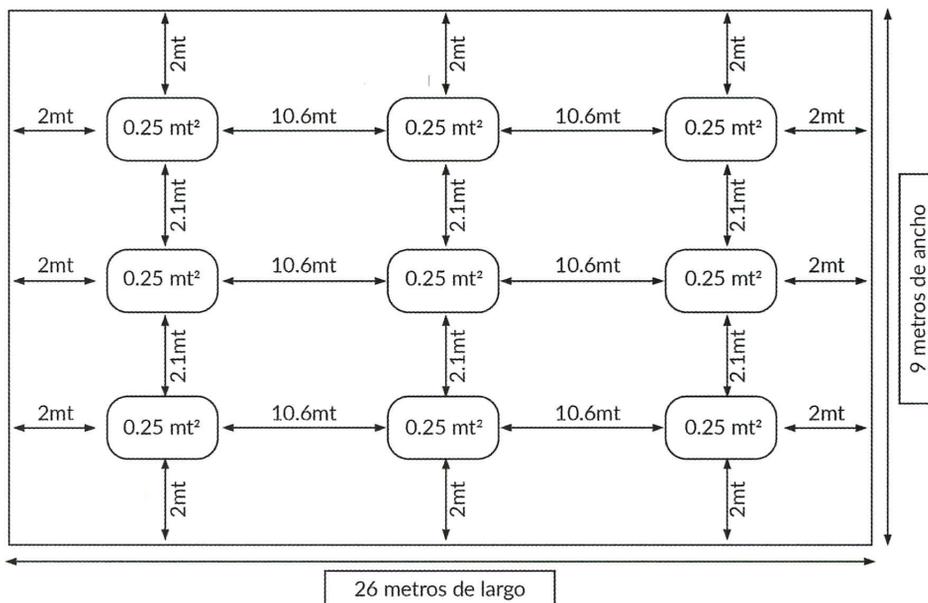


Figura 1. Distribución de las parcelas para los tratamientos.

Tratamientos o fuentes de calcio empleadas. En cada parcela se aplicaron los tratamientos, que consistían en llevar a una saturación de tres centimoles (+) de calcio por kilogramo de suelo (3.0CmolcCa/Kg suelo) cada una de las fuentes a una profundidad efectiva de 20 centímetros (0.2m). Después de realizado el cálculo para el área de cada parcela, se encontró que las cantidades de cada tratamiento correspondían a las indicadas en la Tabla 1.



Tabla 1. Dosis utilizadas de cada tratamiento para la aplicación de enmiendas.

Tratamientos-enmiendas			kg
Tratamiento 1	P1(Parcela 1)	Carbonato de calcio + Carbonato de magnesio (CaCO ₄ Mg CO ₄)	99.36
Tratamiento 2	P2 (Parcela 2)	Hidróxido de calcio (Ca (OH) ₂)	39.96
Tratamiento 3	P3 (Parcela 3)	Sulfato de calcio (CaSO ₄ 2H ₂ O)	92.88
Tratamiento 4	P4 (Parcela 4)	Carbonato de calcio (CaCO ₃)	54
Tratamiento 5	P5 (Parcela 5)	Óxido de calcio (CaO)	30.24
Tratamiento 6	P6 (Parcela 6)	Testigo	0

Caracterización inicial del suelo. Previo a la aplicación de los tratamientos, se evaluaron las propiedades físico-químicas mediante la toma de 20 submuestras con barreno hasta una profundidad de 20 centímetros, para análisis en laboratorio (ver Figura 2), donde se midieron los parámetros nutricionales y, mediante el método de cilindros biselados, se determinó la densidad aparente (dap), densidad real (dr) y porcentaje

de porosidad del suelo de las parcelas con los tratamientos (Figura 2). Por otro lado, para conocer el material parental y tipo de suelo, se realizaron las pruebas de HCL para carbonatos de calcio y la de Alófanos para cenizas volcánicas (reacción de Fieldes y Perrot).



Figura 2. Toma de muestras para análisis físico-químico del suelo.

Determinación de materia fresca y materia seca (biomasa). Una vez aplicadas las fuentes de calcio, y transcurrido un mes después de la aplicación, se procedió a realizar los aforos de cada parcela cada 30 días, durante siete meses, en seis ciclos de pastoreo. En esta fase se cosechaba el pasto a una altura de 10 centímetros en cada marco, se sumaban los producidos en los nueve marcos de cada parcela, a dichas muestras se les determinaba el peso en fresco, se registraba el valor, luego se sometía al horno a 60 grados Celsius durante 36 horas, se sacaban las muestras, se les tomaba el peso seco y se determinaba la biomasa.

Determinación de calcio en tejido foliar. Durante el tiempo que duró la investigación se realizaron tres muestreos de calcio en tejido vegetal aéreo para cada tratamiento. El primero de estos muestreos y análisis se realizó a los 30 días, el segundo a los 90 y, finalmente, a los 180 días. Se tomaban 1000 gramos de materia fresca, compuestos de todos los marcos o áreas de aforo de cada parcela y se enviaba al laboratorio para su respectivo análisis.

Análisis físico-químico del suelo al finalizar la investigación. Una vez transcurridos los siete meses del ensayo, se procedió a tomar para cada parcela, con su respectivo tratamiento, 20 submuestras con barreno a una profundidad de entre 0 y 20 centímetros en el suelo para conocer su estado final.

Resultados y discusión:

En cuanto al estado físico del suelo, se encontró que la densidad aparente (dap), densidad real (dr) y contenidos de porosidad total (%porosidad), en general, en todas las parcelas, eran similares entre ellas, con valores de densidad aparente $dap=1,2g/cm^3$, densidad real $dr=0,58g/cm^3$ y porosidad total de 52,7%, valores que corresponden a los reportados para suelos influenciados por materia orgánica y derivados de cenizas volcánicas. Por otra parte, mediante la prueba para alófanos, se corroboró que se trataba de un suelo derivado de cenizas volcánicas, como se ilustra en la figura 3.



Figura 3. Detección de Alófanos mediante la reacción de Fieldes y Perrot.

En cuanto a la nutrición inicial del suelo, se encontró que este poseía un pH extremadamente ácido: pH=4.9, con un nivel de aluminio alto en 1.8CmolcAl/Kg suelo, lo cual podría causar limitaciones considerables a la disponibilidad de nutrientes del suelo, además el calcio (Ca) presentaba un valor inferior al recomendado para la especie en 1.6CmolcCa/Kg suelo y se recomienda que sea superior a 2CmolcCa/Kg suelo (Ca≥2 CmolcCa/Kg suelo) (ver Figura 4: resultados de laboratorio) y otros nutrientes del suelo también estaban en concentraciones bajas.

- **Materia fresca:** Los tratamientos en la producción de materia fresca no presentaron variación y las parcelas tuvieron una producción homogénea. Esto se puede deber a factores climáticos como aporte de lluvias en la temporada en la que se realizó el estudio (primer semestre del año 2018), ya que en estos pastos aproximadamente el 80% era agua.

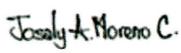
		Resultado de Análisis de Suelos							
Laboratorio Suelos	Empresa	Sergio Vélez							
Suelo Vital	Municipio	El Carmen de Viboral							
suelovital@uco.edu.co	Cultivo	Pasto kikuyo							
Tel:(57) (4) 569-90-90. Ext. 778-409	Fecha in.	D:24	M:10	A: 2017					
Rionegro-Antioquia-Colombia	Fecha fin.	D:2	M:11	A: 2017					
	Móvil	3127356416			Fijo				
	Correo	macra27@gmail.com							
	Código	222							
Nombre de campo	Textura				cmolc/ Kg ^(*)	dS/m	%		
Veragua	Fracción	%	Clase	pH	Al	C.E	M.O		
Tipo de prueba-análisis	Arena	80	Franco Arenoso	4,9	1,8	0,3	6,4		
22801-22817	Limo	12							
	Arcilla	8							
I.A.M. Sc. Fáber de J. Chica Toro	cmol ^(*) Kg ó meq-g / 100 g								
	K	Ca	Mg	Na	ClC (E)				
	0,49	1,6	1,2	0,11	5,2				
	mg/Kg (ppm)								
	N-NH ₄ *	N-NO ₃ *	Fe	Mn	Cu	Zn	B	P	S
Microbióloga. Josaly A. Moreno Castro	4,76	113,00	64,3	2,20	0,49	5,81	0,65	12,00	10,32

Figura 4. Resultado análisis nutricional inicial del suelo.

Según los resultados del laboratorio, la textura del suelo era francoarenosa, adecuada para un amplio rango de cultivos, sin embargo, presentaban condiciones desfavorables para un óptimo crecimiento y desarrollo vegetal, por las altas concentraciones de aluminio y por la acidez del suelo, según el ICA (1992), por lo cual podría llegar a presentarse toxicidad por aluminio y e inhibir la absorción y utilización de varios minerales tales como Ca, Mg, K, P, entre otros nutrientes, por lo cual se debían controlar los factores limitantes.

- **Materia seca:** A nivel de materia seca o biomasa, se encontraron diferencias en los tratamientos y su efecto en el pasto Kikuyo, durante los siete meses del estudio. El mayor contenido se obtuvo con el tratamiento carbonato de calcio + carbonato de magnesio (CaCO₃+MgCO₃), comúnmente llamada “cal dolomita”, lo cual se corroboró con lo reportado en la literatura, que argumenta que esta fuente tiene un efecto residual más duradero en el tiempo, por la composición y el peso molecular que presenta la molécula (calcio, magnesio y carbonato), por lo cual su efecto pudo perdurar más tiempo después de ser aplicado, siendo más benéfico en cultivos permanentes como el pasto kikuyo.

Tabla 2. Producción promedio de materia seca en toneladas/Hectárea, durante siete meses

Tratamiento	Biomasa en toneladas por hectárea
P1 Carbonato de calcio + Magnesio	2,95
P2 Hidróxido de Calcio	1,16
P3 Sulfato de Calcio	1,00
P4 Carbonato de Calcio	1,88
P5 Óxido de Calcio	1,50
P6 Testigo	1,87

Por otra parte, se encontró que los tratamientos hidróxido de calcio, óxido de calcio y sulfato de calcio, respectivamente, presentaron un aumento de biomasa más inmediato en los primeros tres meses después de aplicados, lo cual se puede deber a que son más solubles y reaccionan con mayor velocidad comparadas con la cal dolomita, aunque su efecto es menos residual.

Análisis de calcio en tejido foliar

En la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos de los análisis foliares de calcio en el tejido (parte aérea), medido en los tres momentos del estudio de campo.



Foto: Danny Avendaño

Tabla 3. Análisis foliar de calcio
Municipio El Carmen de Viboral, vereda Quirama

Parcela	%Ca	%Ca	%Ca
	12/01/2018	12/04/2018	18/06/2018
T1	0,041	0,039	0,018
T2	0,051	0,038	0,020
T3	0,051	0,048	0,020
T4	0,044	0,048	0,030
T5	0,040	0,035	0,019
T6	0,044	0,032	0,015

De acuerdo con los resultados, se encontró que el nivel de calcio (Ca) en el tejido foliar aumentó en la primera medición y fue disminuyendo trascurridos los siete meses hasta más de un 50% para cada tratamiento. Sin embargo, no hubo diferencia entre los tratamientos y ninguna de las fuentes aumentó este elemento a las concentraciones recomendadas en el tejido (entre 0.5 - 1.0%). Lo anterior indica que el aporte de calcio al tejido mediante enmiendas calcáreas es considerablemente bajo y una de sus posibles explicaciones es la baja solubilidad de las enmiendas calcáreas versus otras fuentes hidrosolubles como, por ejemplo, el nitrato de calcio. A su vez, una de las principales funciones de estas fuentes es enmendar o corregir las condiciones adversas del suelo, como aluminio, pH, entre otras, pero se espera que después de enmendar o corregir el suelo, la disponibilidad nutricional natural o la aplicada mediante prácticas agronómicas sean mejor aprovechadas por los pastos y no se retengan en el suelo (control de absorción).

Estado del suelo después de aplicados los tratamientos

Según los resultados del laboratorio, siete meses después de aplicados los tratamientos con las enmiendas calcáreas, se encontró que el aluminio se logró neutralizar en su totalidad en todos los tratamientos, ya que en los análisis de laboratorio, al final del ensayo, no apareció reportado este elemento. En cuanto al pH, se logró subir de 4.9 a valores adecuados para la nutrición del suelo, a excepción de los tratamientos con Carbonato de calcio + carbonato de magnesio (cal dolomita) y la fuente sulfato de calcio o yeso agrícola (CaSO₄.2H₂O), ya que estas últimas solo aumentaron el pH de 4.9 a 5.08, que corresponde a un aumento de 0.18, lo cual se puede considerar muy bajo, mientras que las otras fuentes, incrementan el pH a valores de 5.7, 5.9 y 6.1, el cual se considera el rango adecuado para el intercambio nutricional en el suelo (ver Tabla 4).

Tabla 4. Estado nutricional de los parámetros del suelo al final del ensayo Municipio El Carmen, vereda Quirama

Parcela	pH	CE	Cmol Kg							Ppm ó mg Kg						
			MO	Al	Ca	Mg	K	Na	CIC	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
T1	5,9	0,293	27,3	-	16,72	4,67	0,12	0,29	21,80	64,97	5,86	272,09	1,42	3,93	42,41	1,18
T2	6,1	0,224	28,9	-	16,65	4,29	0,19	0,44	21,58	50,33	7,05	294,60	21,95	4,91	50,41	1,07
T3	5,08	0,271	26,8	-	12,41	3,11	0,36	0,13	16,01	64,97	16,93	354,19	26,98	4,88	7,41	1,03
T4	5,08	0,17	26,2	-	9,25	2,43	0,53	0,14	12,35	34,29	3,94	492,43	13,64	4,56	4,84	0,75
T5	5,7	0,141	26,5	-	6,68	1,96	0,28	0,12	9,03	28,43	4,09	55,29	14,58	4,73	5,37	0,64

En cuanto a los valores de calcio en el suelo, se encontró que aumentó considerablemente con todos los tratamientos, al pasar de 1.6 Cmolc/kg de suelo al inicio, a más de 6.68 CmolcCa/kg de suelo, quedando en el rango adecuado para el intercambio nutricional. Esto se puede interpretar como que, a pesar de no aumentar considerablemente el calcio en el tejido vegetal, aumentó su concentración en el suelo, cumpliendo la función de enmienda calcárea, es decir que corrigió las deficiencias y quedó el elemento en una saturación adecuada, mejorando así las condiciones de fertilidad del suelo. A nivel

de otros parámetros nutricionales del suelo, se puede apreciar que, en general, se aumentaron y esto se podría interpretar como la solubilización o liberación de elementos nutritivos absorbidos por el suelo, al controlar el aluminio y aumentar pH.

Finalmente, según los análisis de suelos al inicio y al final del ensayo, todos los parámetros de nutrición química del suelo se mejoraron después de los tratamientos, lo cual puede significar que las fuentes cumplieron su función de enmendar el suelo e incrementar la solubilidad de nutrientes. ■



► Foto: Danny Avendaño

Conclusiones

- Bajo las condiciones en las que se realizó el ensayo, el mayor peso seco (biomasa) acumulado es siete meses y se logró con el tratamiento a base de cal dolomita (CaCO₃.MgCO₃).
- Los aumentos de materia seca en los primeros tres meses de aplicados los tratamientos fueron superiores con los tratamientos hidróxido de calcio, óxido de calcio y sulfato de calcio, respectivamente.
- Con las enmiendas aplicadas se logró neutralizar el aluminio, mejorar el pH con algunas de las fuentes y aumentar los contenidos de nutrientes "solubles" en el suelo.

Referencias

- Buelvas Ramírez Mauricio Andrés. (2009). *Evaluación de tres tipos de Fertilizantes sobre la producción de biomasa y calidad nutricional del pasto maralfalfa (pennisetum sp.) cosechado a cuatro estadios de crecimiento diferentes*. En.(36). Bogotá D.C: Facultad de Ciencias Agropecuarias - Programa de Zootecnia.
- Carvajal, D& Gómez, B. (2016). Efecto de la aplicación de cal dolomita Sobre el pH del Suelo y Rendimiento de Sorgo Sureño en Suelos de Uso Agrícola, Zamorano, Honduras. Zamorano, Honduras.
- Echeverri. Z. (2010). Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo *pennisetum clandestinum* bajo dos metodologías de fertilización. *Revista Lasallista de Investigación*, 7.(2). 94-100.
- Espinosa, J., Molina, E. (1999). *Acidez y encalado de los suelos*. Inpofos, Quito, Ecuador. 42.
- González Arraez. (1986). *Necesidades de cal en el establecimiento de alfalfa en terrenos a monte en Galicia. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 16, (1-2). 143-150.
- Mombiola Francisco A. y Mateo M. A Elisa. (1982). *Respuesta a seis dosis de P y de cal en el establecimiento de praderas permanentes en dos tipos de suelos gallegos a monte. Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*, 12, (1), 189-198.
- Osorio, N.W. (Mayo30,2015). *Cómo determinar los requerimientos de Cal del suelo. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1 (5, 6).
- Palacio. M. (2007). *Fertilización del pasto kikuyo con Nutrimón NutriOCHO*. Informativo Productivo, 4., 3.
- Perdomo. (2009). *Manejo de pastos y forrajes tropicales*. Cuadernos Científicos Girarz, Ediciones Astro Data, 143-154.
- Villalobos. L. (5 de junio de 2013). *Producción de biomasa y costos de producción de pastos estrella africana (cynodon nlemfuensis), kikuyo (kikuyuocloa clandestina) y ryegrass perenne (lolium perenne) en lecherías de Costa Rica. Agronomía Costarricense: Revista de Ciencias Agrícolas*, 37, (2), 91-103.