
Efecto de la aplicación de las fuentes convencionales de calcio (cales) en el suelo, en la concentración de Ca en tejido y en la biomasa del pasto kikuyo

Effect of applying conventional calcium fonts (*limes*) to the soil, on the concentration of Ca in tissue and in biomass of kikuyo grass

Ruben Darío David Giraldo

Magíster en Ciencias: Geomorfología y Suelos. Ingeniero agrónomo. Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Católica de Oriente (Rionegro, Antioquia, Colombia). Grupo de Investigación de Agronomía y Zootecnia (GIAZ).

ORCID: [0000-0002-3643-2046](https://orcid.org/0000-0002-3643-2046).

Correo electrónico: rdavid@uco.edu.co.

María Clara Ramírez

Zootecnista de la Universidad Católica de Oriente (Rionegro, Antioquia, Colombia).

Correo electrónico: macra27@gmail.com.

Daniel Castro

Zootecnista de la Universidad Católica de Oriente (Rionegro, Antioquia, Colombia).

Correo electrónico: daniel94ct@gmail.com.

Cómo citar este artículo:

David Giraldo, R. D.; Ramírez, M. C. & Castro, D. (2020). Efecto de la aplicación de las fuentes convencionales de calcio (cales) en el suelo, en la concentración de Ca en tejido y en la biomasa del pasto kikuyo. *Revista Universidad Católica de Oriente*, 31(46), 113-126.

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, Colombia). Los tratamientos fueron: carbonato de calcio + carbonato de magnesio ($\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$), hidróxido de calcio ($(\text{Ca OH})_2$), sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), carbonato de calcio (Ca CO_3) y óxido de calcio (CaO), 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, 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.

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 (Ca Mg (CO₃)₂), calcium hydroxide ((Ca OH)₂), calcium sulphate (CaSO₄ 2H₂O), calcium carbonate (Ca CO₃) and calcium oxide (CaO), 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 they all increased calcium and other nutritional elements.

Key words

Calcareous amendments, dry mass (biomass), pastures.

Introducción

En Colombia, el área destinada a uso agropecuario según el Tercer Censo Nacional agropecuario del Dane (2016) 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, por su parte Osorio (2013) propone el uso de enmiendas calcáreas para contrarrestar los efectos adversos del aluminio (Al), que a su vez harán aportes de calcio (Ca) para las plantas, favoreciendo así la producción de los cultivos, resistencia a insectos fitófagos y problemas fitosanitarios con patógenos de vegetales. Por consiguiente, el uso de dichas fuentes puede ser de interés para mejorar los rendimientos y el bienestar del cultivo.

Funciones de las cales

1. Neutralizar parcial o totalmente las especies iónicas del Al.
2. Aumentar el pH del suelo para insolubilizar el Al y/o mejorar la solubilidad de algunos nutrientes.
3. Aportar calcio y algunos casos magnesio.
4. Mejorar la estructura del suelo, la actividad microbial.
5. Aumentar el pH.
6. Neutralizar Al, manejo de patógenos del suelo, entre otros beneficios.

Fuentes de calcio convencionales (cales):

- *Cal agrícola o carbonato de calcio (CaCO₃):* es una de las fuentes calcáreas más utilizadas en el país, debido a su bajo costo. Se elabora a partir de la roca caliza, aporta Ca, pero es poco soluble, lo que impide que esta penetre hasta los horizontes profundos del suelo, por lo cual su aporte nutricional es bajo y su reactividad y movilidad en el suelo es limitada; esta se recomienda para cultivos perennes o de ciclo largo.
- *Cal dolomita (carbonato de calcio + carbonato de magnesio):* es similar a la primera, y también es de alto uso, se elabora a partir de la roca dolomia, la cual posee Ca y Mg, en ocasiones en una mezcla física de carbonato de calcio (CaCO₃) y carbonato de Mg (MgCO₃).

- *Cal viva u oxido de calcio (CaO)*: es una fuente muy reactiva por lo cual se pueden obtener resultados más rápidos, aunque en excesos puede causar afectación a brotes de platas, y ser perjudicial para las personas en las vías respiratorias, los ojos y causar alergias en la piel. Es empleada en la industria de la contracción, y a nivel agrícola se emplea para desinfectar suelos de patógenos de plantas y en pediluvios.
- *Cal apagada (Ca(OH)₂)*: es una fuente más soluble que las dos primeras y no es tan reactiva como la cal viva, presenta adecuada velocidad de trabajo en el suelo.
- *Yeso agrícola o sulfato de calcio (CaSO₄·2H₂O)*: no es considerada una cal, sino una enmienda nutricional, presenta alta solubilidad, puede penetrar los horizontes del suelo, aporta además azufre, aunque su velocidad de reactividad versus la cal viva o la cal apagada, es más baja para neutralizar el aluminio.

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), donde se presentan suelos derivados de cenizas volcánicas, los cuales son conocidos por su capacidad de adsorción (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 cada una, de las cuales cinco iban con los tratamientos (cales) y una de ellas de testigo a la que no se le aplicó cales, 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.

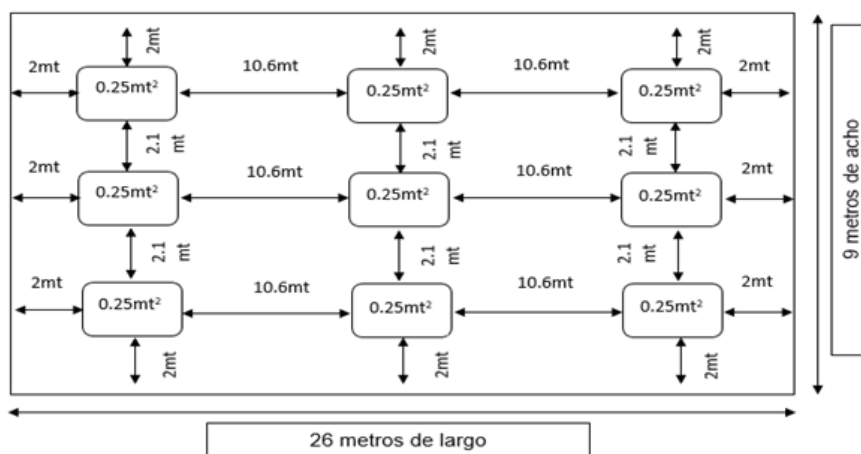


Figura 1. Distribución de las parcelas para los tratamientos. Fuente: Elaboración propia.

Tratamientos o fuentes de calcio empleadas

En cada parcela, se aplicaron los tratamientos a evaluar, que consistían en llevar a una salutación de tres centimoles (3 Cmol+) de calcio por kilogramo de suelo (3 CmolcCa/kg suelo) cada una de las fuentes, a una profundidad efectiva de 20 centímetros (0,2 m) y 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_3 Mg CO_3)	99,36
Tratamiento 2	P2 (Parcela 2)	Hidróxido de calcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$)	39,96
Tratamiento 3	P3 (Parcela 3)	Sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)	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)	Testigo	0

Fuente: Elaboración propia.

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 a 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 del suelo y tipo de suelo, se realizaron las pruebas de HCL para carbonatos de calcio y la de alófanas para cenizas volcánicas (reacción de Fieldes y Perrot).



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

Fuente: Elaboración propia.

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 real, 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 °C durante 36 horas, se sacaban las muestras y 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 se realizó a los 30 días; el segundo, a los 90 días; y, finalmente, el último a los 180 días. Se tomaban 1000 gramos de materia fresca, compuestos de todas 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 0-20 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, densidad real 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 encontró que dio positivo para este mineral, lo cual corroboró que se trataba de un suelo derivado de cenizas volcánicas, como se ilustra en la figura 2.




Figura 2. Detección de Alófanos mediante la reacción de Fieldes y Perrot.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la nutrición inicial del suelo, se encontró que este poseía un pH extremadamente ácido en $\text{pH} = 4,9$, con un nivel de aluminio alto en $1,8 \text{ CmolcAl/kg suelo}$, 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 $1,6 \text{ CmolcCa/Kgsuelo}$ y se recomienda que sea superior a $2 \text{ CmolcCa/Kgsuelo}$ ($\text{Ca} \geq 2 \text{ CmolcCa/Kgsuelo}$) (ver la tabla 2) y otros nutrientes del suelo también estaban en concentraciones bajas.

Tabla 2. Resultado análisis nutricional inicial del suelo.

 UCO Universidad Católica de Oriente		Resultado Análisis de Suelos					
Laboratorio Suelos	Empresa	Sergio Velez					
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	Veragua		Textura		cmol(+) kg⁻¹	dS/m	
	Fracción	%	Clase	pH	Al	C.E	
Tipo de prueba-análisis	Arena	80	Franco Arenoso	4,9	1,8	0,3	
22801-22817	Limo	12					
	Arcilla	8					
cmol⁽⁺⁾/kg ó meq-g / 100 g							
	K	Ca	Mg	Na	CIC (E)		
I.A. M. Sc Fábber de J. Chica Toro	0,49	1,6	1,2	0,11	5,2		
mg/Kg (ppm)							
	N-NH₄⁺	N-NO₃⁻	Fe	Mn	Cu	Zn	
Microbióloga. Josaly A. Moreno Castro	4,76	113,00	64,3	2,20	0,49	5,81	
					B	P	
					0,65	12,00	
						S	
						10,32	

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados del laboratorio, la textura del suelo era francoarenosa, es decir, 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, por lo que, según el ICA (1992), podría llegar a presentarse toxicidad por aluminio 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 fresca

Los tratamientos en la producción de materia fresca no presentaron variación, las parcelas tuvieron una producción muy 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.

Tabla 3. Producción promedio de materia seca en toneladas/hectárea, durante siete meses.

Tratamiento	Biomasa en toneladas por hectárea -
P1 Carbonato de calcio + Magnesio	2,950
P2 Hidróxido de Calcio	1,166
P3 Sulfato de Calcio	1,006
P4 Carbonato de Calcio	1,880
P5 Oxido de Calcio	1,502
P6 Testigo	1,877

Fuente: Elaboración propia.

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 ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), comúnmente llamada cal dolomita. Lo cual se corroboró con lo reportado en la literatura, donde aparece 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, lo cual puede ser benéfico en cultivos permanentes o perennes como el pasto kikuyo.

Por otra parte, se encontró que los tratamientos hidróxido de calcio, oxido de calcio y sulfato de calcio, 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 4 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.

Tabla 4. Análisis foliar de calcio

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

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a 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 diferencias estadísticas entre los tratamientos, y ninguna de las fuentes aumentó este elemento a las concentraciones recomendadas en el tejido (entre 0,5 – 1,0 % o superior). 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, y 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, sea mejor aprovechada por los pastos y no se retengan en el suelo (control de adsorción).

Tabla 5. Estado nutricional de los parámetros del suelo al final del ensayo.

Municipio	Vereda	Parcela	pH	CE	MO	Al	Cmolc kg					Ppm ó mg kg						
							Ca	Mg	K	Na	CIC	P	S	Fe	Mn	Cu	Zn	B
El Carmen	Quirama	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
El Carmen	Quirama	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
El Carmen	Quirama	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
El Carmen	Quirama	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
El Carmen	Quirama	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

Fuente: Elaboración propia.

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 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), ya que estas últimas solo aumentaron el pH de 4,9 a 5,08, que corresponde a un aumento de 0,18, un aumento muy bajo, mientras que las otras fuentes incrementan el pH a valores de 5,7; 5,9 y 6,1, el rango adecuado para el intercambio nutricional en el suelo (ver tabla 5).

En cuanto a los valores de calcio en el suelo, se encontró que aumentó considerablemente con todos los tratamientos, pasó 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. 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, corrigió las deficiencias y quedó el elemento en una saturación adecuada, mejorando las condiciones de fertilidad del suelo.

Se puede apreciar que en general otros parámetros nutricionales del suelo aumentaron, esto se podría interpretar como la solubilización o liberación de elementos nutritivos adsorbidos (retenidos) por el suelo (andisoles), 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 mejoraron después de los tratamientos, lo cual puede significar que las fuentes cumplieron su función de emendar el suelo y solubilidad de nutrientes.

Conclusiones

- Bajo las condiciones en las que se realizó el ensayo, el mayor peso seco (biomasa) acumulado en siete meses se logró con el tratamiento a base de cal dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$).
- 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.

Recomendaciones

- Para controlar el aluminio y subir el pH del suelos se recomienda emplear las fuentes cal viva (CaO) y cal apagada (Ca(OH)_2).
- Para aumentar el contenido de biomasa de pastos en un tiempo superior a cinco meses, se recomienda emplear la fuente cal dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$), pero si se requiere aumentar la biomasa en un tiempo inferior a cuatro meses, se recomienda emplear las fuentes yeso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), cal viva (CaO) y cal apagada (Ca(OH)_2).
- Para aumentar directamente los contenidos de Ca en el tejido de pastos, no se recomienda emplear cales, ya que el calcio que migra a partir de estas al tejido aéreo es bajo. Pero si se requiere enmendar o equilibrar el suelo para que la fertilización con otras fuentes se optimice, sí se recomienda aplicar dichas cales o enmiendas al suelo.

Referencias bibliográficas

- Pinto, A. (2017). *Sector lechero en Colombia: Potencial desperdiciado*. Recuperado de: [https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/#:~:text=En%20Colombia%20se%20registran%20m%C3%A1s,animales%20\(ANALAC%2C%202016\).&text=Los%20colombianos%20consumieron%20m%C3%A1s%20de,en%20polvo%20en%20el%202016.](https://agronegocios.uniandes.edu.co/2017/09/22/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/#:~:text=En%20Colombia%20se%20registran%20m%C3%A1s,animales%20(ANALAC%2C%202016).&text=Los%20colombianos%20consumieron%20m%C3%A1s%20de,en%20polvo%20en%20el%202016.)
- Dane. (2016). *Tercer Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo-nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf>.
- Instituto Colombiano Agropecuario. (1992). *Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación. Manual de asistencia técnica*.
- Osorio, N. W. (2013). ¿Cómo determinar los requerimientos de cal del suelo? *Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal*, 1(5). 1-6. Recuperado de: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Requerimiento-de-cal.pdf>.
- Perdomo. (2009). Manejo de pastos y forrajes tropicales. En A. Perozo y C. González, *Cuadernos Científicos Girarz* (pp. 143-154). Caracas: Astro Data.
-