



Evaluación del efecto de la aplicación de dos enmiendas agrícolas, en el mantenimiento de una mezcla forrajera compuesta de raygrass perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*).

Evaluation of the effect of the application of two agricultural amendments, in the maintenance of a forage mixture composed of perennial raygrass (*Lolium perenne*) and white clover (*Trifolium repens*).

Antonio Ramiro Puenayan Irua¹, Hernán Rigoberto Benavides Rosales¹

<https://doi.org/10.59410/RACYT-v10n02ep02-0162>



Resumen

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la aplicación de dos enmiendas agrícolas para el mantenimiento de una mezcla forrajera, en el predio la Esperanza, Municipio de Cumbal, Departamento de Nariño-Colombia, ubicada a 3155 msnm. El diseño experimental aplicado fue de bloques completamente al azar (DBCA) con cinco tratamientos y tres repeticiones; las enmiendas evaluadas en el experimento fueron: T1: testigo sin aplicación de enmiendas, T2: (33 % CaO y 15 % MgO), 1.0 t ha⁻¹; T3: (33 % CaO y 15 % MgO), 1.5 t ha⁻¹; T4: (40 % CaO + 1.5 % MgO + 9 % P₂O₅ + 6 % SiO₂ y 1 % Mn), 0.5 t ha⁻¹ y T5: (40 % CaO + 1.5 % MgO + 9 % P₂O₅ + 6 % SiO₂ y 1 % Mn), 1.0 t ha⁻¹. Las variables evaluadas fueron: pH, nutrientes, altura del pasto (cm), número de hojas y MS en kg ha⁻¹. Para el análisis estadístico se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey para la comparación entre medias. En el estudio en las variables del pH, nutrientes, número de hojas y de materia seca no se hallaron diferencias estadísticas significativas. En la evaluación de altura de la mezcla forrajera, presentó diferencias estadísticas significativas, donde el T5 fue el mejor.

Palabras clave

mezcla forrajera; enmiendas; materia seca; pH

Abstract

This research aimed to evaluate the application of two agricultural amendments for maintaining a forage mixture on the Esperanza property, Municipality of Cumbal, Department of Nariño-Colombia, located 3155 meters above sea level. The experimental design was completely randomized blocks (DBCA) with five treatments and three repetitions. The amendments evaluated in the experiment were: T1: control without application of amendments; T2: (33 % CaO y 15 % MgO), 1.0 t ha⁻¹; T3: (33 % CaO y 15 % MgO), 1.5 t ha⁻¹; T4: (40 % CaO + 1.5 % MgO + 9 % P₂O₅ + 6 % SiO₂ y 1 % Mn), 0.5 t ha⁻¹; T5: (40 % CaO + 1.5 % MgO + 9 % P₂O₅ + 6 % SiO₂ y 1 % Mn), 1.0 t ha⁻¹. The variables evaluated were pH, nutrients, grass height (cm), number of leaves, and MS in kg ha⁻¹. For statistical analysis, variance and Tukey's test were performed for comparison between means. In the study of the variables of pH, nutrients, number of leaves, and dry matter, no significant statistical differences were found. The height evaluation of the forage mixture presented significant statistical differences, where T5 was the best.

Keywords

forage mix; amendments; dry matter; pH

Direcciones

¹Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Carchi, Ecuador. Email: ramiro.puenayan@upec.edu.ec ; hernan.benavides@upec.edu.ec

Autor para la correspondencia

Antonio Ramiro Puenayan Irua. Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Carchi, Ecuador. Email: ramiro.puenayan@upec.edu.ec

Como citar

PUNAYAN IRUA, Antonio Ramiro and BENAVIDES ROSALES, Hernán Rigoberto, 2025. Evaluación del efecto de la aplicación de dos enmiendas agrícolas en el mantenimiento de una mezcla forrajera compuesta de raygrass perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*). Revista Amazónica. Ciencia y Tecnología. 2025. Vol. 10, no. 2, p. 8–14. DOI 10.59410/RACYT-v10n02ep01-0162.

Editores Académicos

Segundo Valle-Ramírez
Karina Maria Elena Carrera Sánchez
Wilfredo Ramiro Franco
Wilfrido Yanez Yanez

Editorial

Editorial de la Universidad Estatal
Amazónica 2025

Copyright:

Derechos de autor 2025 UEA | Revista Amazónica Ciencia y Tecnología 

Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.

Los autores del artículo autorizan a la RACYT, a que este artículo se destruya y sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0)

1. Introducción

A nivel del mundo, el sector ganadero domina la ocupación de tierras agrícolas, los pastos constituyen aproximadamente el 26 % de la superficie total (FAO, 2019). En Colombia el área destinada a uso agropecuario es de 30 199 949 hectáreas y el 69,4 % son destinadas a pastos y forrajes (DANE, 2016). La producción de leche está presente en 22 departamentos, siendo Antioquia su principal

productor seguido de Boyacá, Cundinamarca y Nariño (Pinto, 2017). En el departamento de Nariño, el Grupo de Investigación en Producción y Sanidad Animal estima un área de 10 103 ha dedicadas a la producción de forrajes (Lerma et al., 2020), con una producción 1 123 306 litros diarios (SAGAN, 2023).

En Colombia, más del 85 % de los suelos se clasifican como ácidos. Estos presentan problemas de toxicidad por aluminio, hierro o manganeso y baja

disponibilidad de nutrientes como el fósforo, calcio y magnesio (Malagón, 2003). El pH óptimo para el cultivo comprende un rango entre 5,5 y 6,5 para algunos raigrases y principalmente para las leguminosas (Villalobos y Sánchez, 2010).

La aplicación enmiendas son una alternativa para corregir los problemas de acidez en los suelos (Demagnet, 2017). A través del encalamiento se puede incrementar el pH del suelo, neutralizar el aluminio y manganeso, mejorar la disponibilidad de fósforo, calcio y magnesio, favorece la mineralización de la materia orgánica, ayuda a la fijación simbiótica del nitrógeno, incrementa la actividad microbial, estimula el crecimiento de raíces favoreciendo un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes por parte de las plantas (Sadeghian y Díaz, 2020; Osorio, 2012). Las fuentes de cal aplicadas a la superficie del suelo sin labranza pueden mejorar los rendimientos, la producción de materia seca y en general la nutrición de los cultivos (Crusciol et al., 2016).

Los materiales que se emplean son principalmente carbonatos, óxidos, hidróxidos y silicatos de calcio y/o magnesio (Demagnet, 2017; Alcarde, 1992). Además, existen enmiendas complejas que mezclan varios correctivos los cuales logran corregir la acidez en superficie y en profundidad, también permiten mezclar calcio y fósforo sin que este se fije debido a la incorporación de silicio que evita esta reacción y se pueden utilizar en todo tipo de suelos ácidos ya sea incorporado o al voleo sobre cultivos o praderas establecidas (Gutiérrez y Restrepo, 2019).

La aplicación de enmiendas en el mantenimiento de pastos, en el departamento de Nariño, ha sido poco estudiada, sobre todo para las condiciones de altura, para las que no se conocen experiencias de este tipo, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la aplicación de dos enmiendas agrícolas, sobre las variables de pH, nutrientes, altura, número de hojas, kg de MS ha⁻¹ en el mantenimiento de una mezcla forrajera compuesta de raygrass perenne (*Lolium perenne*) y trébol blanco (*Trifolium repens*).

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La investigación se realizó entre los meses de abril a julio de 2023 en el predio la Esperanza, ubicada en el Municipio de Cumbal, Nariño, Colombia, a una altitud de 3155 msnm, en las coordenadas de georreferenciación: 0°51'07.69"N y 77° 48' 29.07"O (Figura 1).

En la zona se presenta un clima frío con una temperatura promedio de 12 °C y una precipitación promedio anual de 750 mm (Solarte y Narváez, 2007).

El suelo del estudio es derivado de cenizas volcánicas, con una textura franca que se asocia con alta a moderada capacidad de retención de agua, moderada pérdida de nutrientes por lixiviación, moderada disponibilidad de nutrientes para las plantas, alto en materia orgánica y con un pH fuertemente ácido el cual disminuye la absorción de N, P, K Ca, Mg, S, Mn, Cu, Zn y B.



Figura 1 | Área de estudio.

2.2. Análisis de suelos

Los análisis de suelos se realizaron al inicio y al final del ensayo. En el primer muestreo, para la recolección de muestras de suelo, se realizó un recorrido en zigzag a todo el lote implementado con la mezcla forrajera. En total se recolectó 10 submuestras, a una profundidad de 0 a 20 cm, donde se tomó 500 g para el envío a laboratorio (Corporación colombiana de investigación agropecuaria, 2018). El segundo muestreo se realizó de manera similar al primero, el mismo que se ejecutó durante el tercer corte del pasto. En cada tratamiento se tomó 3 submuestras por cada repetición y de cada tratamiento se envió su respectiva muestra para el análisis físico-químico, para determinar el pH, macronutrientes y micronutrientes.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio de suelos de AGROSOIL y la interpretación de los análisis de suelos se utilizó la metodología del ICA (Instituto Colombiano Agropecuario, 1992).

2.3. Diseño y procedimiento experimental

En la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente aleatorizado (DBCA), se trazaron tres áreas de 135 m² (27 m x 5 m), cada uno con cinco unidades experimentales de 25 m² (5 m x 5 m), para un total de 15 unidades experimentales. Se utilizó dos tipos de enmiendas: Cal dolomita (33 % CaO y 15 % MgO) y abono Paz del Río, producto derivado de la industria siderúrgica (40% CaO, 1,5 % MgO, 9 % P₂O₅, 6 % SiO₂ y 1 % Mn). La Tabla 1 muestra la descripción y las dosis de los tratamientos evaluados.

El experimento se llevó a cabo en un lote compuesto por una mezcla forrajera de un pasto raygrass (*L. perenne*) y trébol blanco (*T. repens*). Antes de

aplicar los tratamientos se realizó un pastoreo y un corte de igualación dejando un residual de 3 a 4 centímetros. La aplicación de las enmiendas se la realizó por una sola vez de manera manual al voleo y en la época de lluvias.

Tabla 1 | Tratamientos evaluados

Tratamientos N°	Enmiendas Cal dolomita (t ha ⁻¹)	Abono paz del rio (t ha ⁻¹)
T1	0,0	0,0
T2	1,0	0,0
T3	1,5	0,0
T4	0,0	0,5
T5	0,0	1,0

Se realizaron tres cortes en forma manual, dos cada 35 días y uno a los 45 días después del corte. Como variables de respuesta, al momento del corte, se evaluó la altura, el número de hojas y el rendimiento en kg de MS ha⁻¹.

Para la toma de datos se realizó un aforo, utilizando el método del cuadrante de 0,25 m² tomando así 3 muestras en zigzag de cada tratamiento y sus repeticiones. Para la determinación de altura dentro del cuadrante se realizó la medición desde la base del pasto hasta el ápice de la mayoría de las hojas y teniendo en cuenta el crecimiento de la mezcla

forrajera alto, medio y bajo, además se determinó el número de hojas desarrolladas y se realizó el corte y el pesaje dejando un residual de 5 cm del área del cuadrante para la determinación del rendimiento de la MS. De cada muestra de forraje verde se tomó una submuestra de 100 g y se llevó a un horno microondas convencional para ser secadas y así determinar el % de MS y posteriormente determinar la cantidad por hectárea (Reyes et al., 2017).

2.4. Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante el programa de Microsoft Excel 2016. Para aquellas variables que presentaron diferencias estadísticas significativas, se realizó la prueba de comparación de promedios de Tukey ($p \leq 0,05$).

3. Resultados y discusión

3.1. Análisis de suelos

El análisis de suelos, realizado al inicio de la investigación, corresponde al T1 (**Tabla 2**). Presentó una reacción fuertemente ácida, con bajos contenidos de P, Mg, S y Cu, contenidos medios de Ca, y altos contenidos de K, Fe, Mn, Zn, B y materia orgánica (Instituto Colombiano Agropecuario, 1992).

Tabla 2 | Resultados del análisis de suelos. M.O: materia orgánica, P: Fosforo disponible, DTPA: ácido dietilenotriamino-pentaacético, CICE: apacidad de intercambio catiónico efectiva

Trat.	pH	M.O (Walkley & Black) colorimétrico %	S Disponible (Ca(H ₂ PO ₄) ₂ H ₂ O) turbidimétrico ppm	P aprovech (Bray II) ppm	Ca NH ₄ OAc Cmol (+) kg ⁻¹	Mg 1 N 0,94	K pH 7,0 1,12	CICE	Fe DTPA ppm	Zn pH 7,3 4,91	Mn 17,02	Cu 0,72	B 0,45
N°	1:1												
T1	5,47	13,87	9,52	16,01	3,48	0,94	1,12	6,23	164,38	4,91	17,02	0,72	0,45
T2	5,66	13,66	10,47	28,69	4,78	2,02	1,18	8,10	209,00	9,78	18,11	1,22	0,39
T3	5,73	15,30	14,69	23,49	3,20	1,06	1,27	5,71	156,00	7,43	16,90	0,91	0,55
T4	5,70	13,48	6,94	21,22	4,67	1,35	1,43	7,57	112,38	4,69	10,60	0,60	0,31
T5	5,67	12,96	14,28	16,96	4,70	1,83	1,58	8,23	170,63	7,58	17,58	0,98	0,51

3.2. Análisis de pH, macronutrientes y micronutrientes

En el estudio en la variable del pH no se hallaron diferencias estadísticas aplicando las 4 dosis de enmiendas utilizadas en los tratamientos. El pH inicial fue de 5,47; logrando incrementos a valores de 5,66; 5,73; 5,70 y 5,67. Con el T3 mediante la aplicación de 1,5 t ha⁻¹ de cal dolomita se incrementó el pH en 0,26 puntos con respecto al pH inicial del estudio.

Teniendo en cuenta los nutrientes disponibles se mejoró la disponibilidad del calcio y el magnesio cuando se aplicó 1 t ha⁻¹ de cal dolomita pasando de 3,48 a 4,78 cmol+/kg y de 0,94 a 2,02 cmol+/kg respectivamente.

Además, se logra disminuir los elementos como el Fe y Mn cuando se aplicó 0,5 t ha⁻¹ del abono Paz del Río

pasando de 164,38 a 112,38 ppm y de 17,02 a 10,60 pm respectivamente, con poco efecto sobre el pH.

Los valores obtenidos en el pH (**Tabla 2**), fueron similares a los reportados por Carvajal et al. (2016) y Zapata et al. (2020) quienes obtuvieron incrementos en el pH de 0,37 y 0,28 puntos con la aplicación de 3 y 2 t ha⁻¹ de cal dolomita, respectivamente. En otra investigación realizada por Arce et al. (2017) no se lograron incrementos en los valores de pH cuando se utilizó diferentes dosis de enmiendas cálcicas. Así mismo los resultados del pH fueron inferiores a los reportados por Vásquez et al. (2013), Gourley y Sale (2014), quienes obtuvieron resultados al incrementar en 1 unidad el valor del pH al aplicar cal dolomita. Por otra parte, Demanet (2017), afirma que para aumentar 0,18 puntos de pH se necesita 1 tonelada por hectárea de cal dolomita. Estos hallazgos podrían estar asociados por el alto poder buffer que presentan estos

suelos, los cuales muestran resistencia a cambios en el pH y esto hace que no aumente de forma significativa e incluso ante la aplicación de enmiendas (Garbanzo et al., 2016).

Según Osorio (2012) debido a la alta resistencia al cambio de pH o capacidad buffer de algunos suelos, como los andisoles, el objetivo del encalamiento no siempre es elevar el pH del suelo, sino también mejorar la disponibilidad de calcio y magnesio mediante el uso de cal dolomita. Además, este proceso puede reducir los niveles excesivos de hierro y manganeso, comunes en suelos fuertemente a extremadamente ácidos. Estos hallazgos están vinculados a la investigación realizada, ya que la aplicación de enmiendas permitió aumentar los niveles de calcio y magnesio, al tiempo que se redujeron los niveles de hierro y manganeso.

3.3. Análisis de la altura, número de hojas y materia seca de la mezcla forrajera

3.3.1. Altura de plantas

En el primer corte no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Sin embargo, en el segundo corte se registró una diferencia significativa, y en el tercer corte, esta diferencia fue aún más notable, alcanzando un alto grado de significancia.

La prueba de Tukey reveló que, en el segundo corte, se evidenció una mayor altura en el tratamiento T5 (22,13 cm) cuando se aplicaron 1,0 t/ha de enmienda (con 40 % de CaO, 1,5 % de MgO, 9% de P₂O₅, 6% de SiO₂ y 1 % de Mn), lo que resultó en diferencias estadísticamente significativas en comparación con el grupo de control (16,30 cm). En el tercer corte, se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas en la altura para el tratamiento T5 (17,57 cm) y significativas para el tratamiento T4 (15,10 cm) cuando se aplicaron 1,0 y 0,5 t/ha, respectivamente (ambos con 40 % de CaO, 1,5 % de MgO, 9 % de P₂O₅, 6 % de SiO₂ y 1 % de Mn). Además, el tratamiento T2 (16,67 cm), con una aplicación de 1,0 t/ha (con 33 % de CaO y 15 % de MgO), mostró diferencias estadísticas significativas en altura en comparación con el grupo de control (14,10 cm). No se observaron otras diferencias estadísticas significativas durante el análisis de *Tukey* (Tabla 3).

Los resultados obtenidos respaldan los hallazgos de otros estudios, donde concluyeron que la altura de las plantas se ve positivamente influenciada por la aplicación de enmiendas al suelo, aunque con respuestas variables dependiendo del tratamiento específico aplicado (Garbanzo et al., 2016; Bobadilla et al., 2018). Por otra parte, en el estudio realizado por Lerma et al. (2020), manifiesta que se encontró

diferencias significativas en la variable de altura en el cultivo de Medicago Sativa, debido a que la aplicación de enmiendas calcáreas mejoraron la disponibilidad y absorción de fosfatos en el suelo, lo que permitió un mejor desarrollo del cultivo.

Tabla 3 | Prueba de Tukey, para la altura del raygrass (*L. perenne*), obtenida al aplicar dos enmiendas agrícolas. a, b, ab, bc, abc: Los promedios con la misma letra no son significativos.

Tratamientos	Corte 1 Altura (cm)	Corte 2 Altura (cm)	Corte 3 Altura (cm)
T1	14,10 ^a	16,30 ^{ab}	14,10 ^{bc}
T2	16,67 ^a	18,67 ^{ab}	16,67 ^{ab}
T3	15,23 ^a	20,47 ^{ab}	15,23 ^{abc}
T4	15,10 ^a	19,30 ^{ab}	15,10 ^b
T5	17,57 ^a	22,13 ^a	17,57 ^a

3.3.2. Número de hojas

No se observaron diferencias estadísticamente significativas en el número de hojas entre los distintos tratamientos. No obstante, se destacan los resultados obtenidos con el tratamiento T5, que mostró un promedio general de 2,8 hojas en los tres cortes realizados, en contraste con los demás tratamientos y el grupo de control, que presentaron un promedio de 2,6 hojas (Tabla 4). Tuñón (2017) y León et al. (2018), mencionan que el número promedio de hojas para el ryegrass se encuentra dentro de un rango óptimo cuando tienen de 2,5 a 3 hojas, para el corte o pastoreo, ya que si se deja pasar más tiempo la primera hoja empieza a morir, restando el valor nutritivo de la planta. Estos valores concuerdan con los resultados de esta investigación; sin embargo, no se obtuvieron resultados significativos debido al poco efecto de las fuentes y dosis de las enmiendas utilizadas.

Tabla 4 | Número de hojas del raygrass (*L. perenne*) obtenidos al aplicar dos enmiendas agrícolas. a: Promedios con la misma letra no son significativos.

Tratamientos	Corte 1 Nº de hojas	Corte 2 Nº de hojas	Corte 3 Nº de hojas
T1	2,60 ^a	2,45 ^a	2,63 ^a
T2	2,60 ^a	2,67 ^a	2,67 ^a
T3	2,57 ^a	2,48 ^a	2,77 ^a
T4	2,60 ^a	2,53 ^a	2,70 ^a
T5	2,67 ^a	2,77 ^a	2,87 ^a

3.3.3. Materia seca

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el contenido de materia seca entre los distintos tratamientos. El rendimiento de materia seca de los tratamientos se presenta en la Tabla 5. En el primer corte, se observaron los mejores promedios en el T4 y el T5 cuando se aplicaron 0,5 y 1,0 t ha⁻¹ de la enmienda abono Paz del Río, respectivamente. En el segundo corte, los mejores rendimientos se registraron en el T5 y el T3. Para el tercer corte, se observó un mayor rendimiento en el T2 y el T5, mientras que el grupo de control tuvo los rendimientos más bajos en los tres cortes realizados en esta investigación. Además, tanto el T5 como el T2 mostraron los mejores

promedios generales en los tres cortes, con 3 120,82 y 2 828,39 kg MS ha⁻¹, respectivamente. En el tercer corte se obtuvieron los promedios más altos en todos los tratamientos, lo cual se puede atribuir al periodo de evaluación que se prolongó por 45 días; ello obedeció a la escasez de lluvias en la zona del estudio después del segundo corte.

Los rendimientos en materia seca obtenidos en el primer y segundo corte de esta investigación son comparables a los reportados por Arce et al. (2017) y Zapata et al. (2020), quienes concluyeron que las dosis de enmiendas no afectaron los rendimientos en materia seca. En otro estudio, Chamaya (2018) evaluó el efecto de las enmiendas cálcicas en un cultivo del raygrass (*L. perenne*) y encontró rendimientos similares de MS, a los obtenidos en el tercer corte del pasto.

Tabla 5 | Materia seca de la mezcla forrajera, compuesta de raygrass (*L. perenne*) y trébol blanco (*T. repens*), obtenida al aplicar dos enmiendas agrícolas. a: promedios con la misma letra no son significativos.

Tratamientos	Corte 1 (kg MS ha ⁻¹)	Corte 2 (kg MS ha ⁻¹)	Corte 3 (kg MS ha ⁻¹)
T1	1 650,13 ^a	1 491,42 ^a	3 681,33 ^a
T2	1 556,10 ^a	1.831,33 ^a	5 097,73 ^a
T3	2 066,93 ^a	1.939,51 ^a	4 151,33 ^a
T4	2 297,90 ^a	1.797,60 ^a	3 701,20 ^a
T5	2 292,80 ^a	2.057,40 ^a	5 012,27 ^a

Por otro lado, David et al. (2020) encontraron que las enmiendas calcáreas aumentaron los contenidos de materia seca en el pasto evaluado, siendo mayor al aplicar cal dolomita. Sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos al comparar materia seca. Esto podría explicarse por la influencia de otros factores

como la composición de la mezcla forrajera, las condiciones del suelo, tiempo y el clima durante el estudio.

4. Conclusiones

Los resultados revelan un efecto positivo de las enmiendas cálcicas en el pH del suelo, aunque las diferencias entre tratamientos no alcanzaron significancia estadística en todos los casos. Se observó un leve incremento en el pH, especialmente al aplicar 1,5 t ha⁻¹ de cal dolomita. Estos hallazgos respaldan la literatura científica previa y subrayan la importancia de considerar las características particulares del suelo y las condiciones ambientales al desarrollar estrategias de manejo de la acidez del suelo.

Además, se evidenció en algunos tratamientos un incremento en la disponibilidad de calcio y magnesio en el suelo después de la aplicación de las enmiendas. Asimismo, se registró una reducción en los niveles de hierro y manganeso, sin presentar diferencias significativas.

Por otro lado, se observó que la altura de las plantas de la mezcla forrajera fue significativamente influenciada por la aplicación de las enmiendas, especialmente en el segundo y tercer corte. Esto indica un efecto positivo de las enmiendas en el crecimiento vegetativo. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas en el número de hojas ni en el rendimiento de materia seca entre los tratamientos, lo que sugiere que otros factores, como la disponibilidad de agua y la interacción suelo-planta, podrían estar influyendo en estas variables.

Agradecimientos

Se agradece a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) por facilitar que esta investigación se realice y a la Revista Amazónica Ciencia y Tecnología por permitir su publicación.

Contribuciones de los autores

Antonio Ramiro Puenayan Irua: Elaboración del protocolo de investigación; diseño del trabajo; evaluación de variables y análisis estadístico; redacción del trabajo y corrección de las observaciones emitidas por los revisores y por el personal de la revista.

Hernán Rigoberto Benavides Rosales: Aprobación de protocolo de investigación; revisión de la base de datos de las variables; ha aprobado la versión enviada y la versión sustancialmente editada por el personal de la revista

Conflicto de intereses de los autores

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

ALCARDE, J. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas [en línea]. Tesis de pregrado. ESALQ, São Paulo, 1992. [fecha de consulta: 10 marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.usp.br/item/000825797>

ARCE, M, IDROGO, G y OLIVA, M. Efecto de niveles de aplicación de enmiendas cálcicas, en el rendimiento y contenido nutricional de pastos en praderas naturales. Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable [en línea]. 2017, Vol. 1 no3, 28–35. [fecha de consulta: 12 febrero 2024]. DOI: 10.25127/aps.20173.371. Disponible en:

<https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESLOS/article/view/371>

BOBADILLA, L, CHICHIPE, E y OLIVA, M. Efecto de cuatro enmiendas calcáicas sobre el suelo en el rendimiento de cinco especies forrajeras presentes en el distrito de Molinopampa (Región Amazonas). Revista de Investigación de Agroproducción Sustentable [en línea]. 2018, Vol.2 no1, 7–13. [fecha de consulta: 9 marzo 2024]. DOI: 10.25127/aps.20181.378. Disponible en: <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESLOS/article/view/378>

CARVAJAL, K y GÓMEZ, C. Efecto de la aplicación de cal dolomita sobre el pH del suelo y rendimiento de sorgo sureño en suelos de uso agrícola, Zamorano, Honduras [en línea]. Tesis de Pregrado. Escuela Agrícola Panamericana, 2016. [fecha de consulta: 1 febrero 2024]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/items/8e537268-b3d0-4124-855c-341685d70f26>

CHAMAYA, O. Efecto de la aplicación de enmiendas calcáicas en el rendimiento de la especie forrajera ray grass (*Lolium perenne*), en el Anexo Nuevo Olmal, Distrito de Sonche, Provincia Chachapoyas, Región Amazonas, 2018 [en línea]. Tesis de Pregrado. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, 2018. [fecha de consulta: 10 marzo 2024]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1802>

CORPORACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA. ¡Antes de sembrar, el suelo debe analizar! :procedimiento para la toma de muestras y análisis de suelos [en línea], 2018. Bogotá: AGROSAVIA [fecha de consulta: 10 abril 2024]. Disponible en: <https://repositorio.agrosavia.co/handle/20.500.12324/11556>

CRUSCIOL, C, MARQUEZ, R, FILHO, A, SOROTTO, R, COSTA, C, NETO, J, CASTRO, G, PARIZ, C y DE CASTILHOS, A. Annual crop rotation of tropical pastures with no-till soil as affected by lime surface application. European Journal of Agronomy [en línea]. 2016, Vol. 80, 88-104. [fecha de consulta: 10 enero 2024]. DOI:10.1016/j.eja.2016.07.002. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1161030116301320>

DAVID, R, RAMÍREZ, M y CASTRO, D. 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 [en línea]. 2020, Vol.31, no. 46, 113-126. [fecha de consulta: 10 marzo 2024]. DOI: 10.47286/01211463.321. Disponible en: <https://revistas.uco.edu.co/index.php/uco/article/view/321>

DEMANET, R. Enmiendas calcáreas [en línea]. 2017. Bogotá: Plan lechero WATT's [fecha de consulta: 10 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.watts.cl/docs/default-source/charlas-a-productores/enmienda-calcarea.pdf?sfvrsn=4>

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA [DANE]. Boletín técnico Encuesta Nacional Agropecuaria-ENA-2015 [en línea]. 2016. Bogotá: DANE [fecha de consulta: 3 marzo 2024]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2015/boletin_ena_2015.pdf

GARBANZO, G, MOLINA, E y CABALCETA, G. Efecto de la aplicación de enmiendas líquidas en el suelo y en el crecimiento de maíz bajo condiciones de invernadero. Agronomía Costarricense [en línea]. 2016, Vol. 40, no. 2, 33-52. [fecha de consulta: 10 marzo 2024]. DOI: 10.15517/rac.v40i2.27360. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/27360>

GOOGLE EARTH. Ubicación de Cumbal, Nariño, Colombia [en línea] [fecha de consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: https://earth.google.com/web/search/Cumbal,+Nari%C3%B1o,+Colombia/@0.91090025,-77.9476328,4966.79341254a,74381.04222301d,35y,0h,0t,0r/data=CogBGloSVAolMHg4ZTJiZTEwZTk2NTQ1ZTQ1OjB4NTBINTMzOTFlNjJhMzE0OBmOK-QAsPDsPyEA1MOG3XxTwCoZQ3VtYmFsLCBOYXJpw7FvLCBDdb2xvbWJpYRgCIAEiJgokCQMvWk5IzjRAEQAVWk5IzjTAGchbw4qXpklAlcNbw4qXpknAQgIIAToDCgEwSg0I_____ARAA

GOURLEY, C y SALE, P. Chemical and physical amelioration of subsoils has limited production benefits for perennial pastures in two contrasting soils. Soil and Tillage Research [en línea]. 2014, Vol. 144, 41-52. [fecha de consulta: 1 abril 2024]. DOI: 10.1016/j.still.2014.07.009. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167198714001457?via%3Dihub>

GUTIERREZ, N y RESTREPO, F. Evaluación de correctivos de acidez en un andisol cultivado con aguacate Hass. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo [en línea]. 2019, Vol.49, no. 1y2, 38-44. [fecha de consulta: 15 junio 2024]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831526>

INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. Fertilización en diversos cultivos. Quinta aproximación [en línea]. Santafé de Bogotá: ICA, 1992. [fecha de consulta: 10 abril 2024]. Disponible en: <https://repositorio.agrosavia.co/handle/20.500.12324/14124>

LEÓN, R, BONIFAZ, N Y GUTIÉRREZ, F. Pastos y forrajes del Ecuador. Siembra y producción de pasturas [en línea]. Quito: ABYA YALA Universidad Politécnica Salesiana, 2018. [fecha de consulta: 15

marzo 2024]. ISBN 978-9978-10-318-0. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19019>

LERMA, J, CHAÑAG, H, MENESES, D, OJEDA, H, RUIZ, H y CASTRO, E. Evaluación de métodos de renovación de praderas en el trópico alto de Nariño, Colombia. Pastos y Forrajes [en línea]. 2020, Vol.43, no. 2, 120-128. [fecha de consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2161>

LERMA, J, ZAPATA, J, CHAÑAG, H, MENESES, D, RUIZ, H y JURADO, H. Efecto de enmiendas calcáreas en la producción y la calidad de Medicago sativa (L.) en Colombia. Pastos y Forrajes [en línea]. 2020, vol.43, no. 3, 190-200. [fecha de consulta: 15 junio 2024]. Disponible en: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2179>

MALAGÓN, D. Ensayo sobre tipología de suelos colombianos – énfasis en génesis y aspectos ambientales. Revista Académica Colombiana Ciencias de la Tierra [en línea]. 2003, Vol. 27, no. 104, 319-341. [fecha de consulta: 9 febrero 2024]. ISSN 0370-3908. Disponible en: https://www.accefyn.com/revista/Vol_27/104/319-341.pdf

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA [FAO]. El papel de la FAO en la producción animal [en línea]. [fecha de consulta: 15 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.fao.org/animal-production/es>

OSORIO, N. ¿Cómo determinar los requerimientos de cal del suelo? Manejo integral del Suelo y Nutrición vegetal [en línea]. 2012, Vol. 1, no. 5, 1-6. [fecha de consulta: 13 marzo 2024]. Disponible en: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Requerimiento-de-cal.pdf>

PINTO, A. Sector lechero en Colombia: Potencial desperdiciado. [en línea]. 2017. Bogotá: Universidad de los Andes [fecha de consulta: 12 junio 2024]. Disponible en: <https://aneia.uniandes.edu.co/sector-lechero-en-colombia-potencial-desperdiciado/>

REYES, C, HEPP, C y NAGUIL, A. Método directo para la medición de Materia Seca y Disponibilidad de Forraje en praderas a pastoreo [en línea]. 2017. Chile: Instituto de investigaciones agropecuarias [fecha de consulta: 1 abril 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/66866>

SADEGHIAN, S y DÍAZ, C. Corrección de la acidez del suelo: alteraciones químicas del suelo. Revista Cenicafe. [en línea]. 2020, Vol.71, no. 1, 7-20. [fecha de

consulta: 20 junio 2024]. Disponible en: https://www.cenicafe.org/es/publications/1-CorreccionAcidez_%281%29.pdf

SOCIEDAD DE AGRICULTORES Y GANADEROS DE NARIÑO [SAGAN]. Estadísticas. Encuestas de leche histórico [en línea]. 2023. [fecha de consulta: 5 marzo 2024]. Disponible en: <https://drive.google.com/drive/folders/1QJZtrVgOdbcElpIipV-tbJHw6-fEPIVR>

SOLARTE, M y NARVÁEZ, G. Tomo II Características Biofísicas de los páramos de Nariño [en línea]. Informe final. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, 2007. [fecha de consulta: 30 abril 2024]. Disponible en: <https://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/biodiversidad/tomo02caracteristicasbiofisicas.pdf>

TUÑÓN, G. Ciencia y arte detrás de un sistema de pastoreo efectivo. Revista TODOTAMBO [en línea]. 2017, Vol.48, 1-3. [fecha de consulta: 10 junio 2024]. Disponible en: <http://www.ainfo.inia.uy/consulta/busca?b=ad&id=57862&biblioteca=vazio&busca=Ciencia%20y%20arte%20detr%C3%A1s%20de%20un%20sistema%20de%20pastoreo%20efectivo&qFacets=Ciencia%20y%20arte%20detr%C3%A1s%20de%20un%20sistema%20de%20pastoreo%20efectivo&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

VAZQUEZ, M, TERMINIELLO, A, MILLAN, G, DAVEDERE, I y BARIDON, E. Dynamics of soil liming materials broadcast on a thaptoargic hapludoll soil in Argentina. Ciencia del Suelo [en línea]. 2013, Vol. 31, no. 1, 1-11. [fecha de consulta: 17 junio 2024]. Disponible en: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-20672013000100003&script=sci_arttext&tlng=en

VILLALOBOS, L y SÁNCHEZ, J. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Ryegrass Perenne Tetraploide (Lolium perenne) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. I. Producción de biomasa y fenología. Agronomía Costarricense [en línea]. 2010, Vol. 34, no. 1, 31-42. [fecha de consulta: 30 abril 2024]. ISSN:0377-9424. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/6697>

ZAPATA, J, PORTILLO, P, MENESES, D, LAGOS, E y CASTRO, E. Evaluación agronómica de forrajes con inclusión de enmienda dolomita en Nariño, Colombia. Revista Pastos y Forrajes [en línea]. 2020, Vol.43, 354-351. [fecha de consulta: 10 abril 2024]. ISSN 2078-8452. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942020000400345&script=sci_arttext