

Evaluación de la eficiencia en el uso del nitrógeno por pasturas forrajeras del trópico

Mike Bastidas

Directores:

D.Sc. Nelson José Vivas Quila

D.Sc. Jacobo Arango Mejía



ISO 9001: SC-CER450832



ICNet: CO-SC-CER450832



Universidad
del Cauca

Una Acreditación con
Rostro
Humano

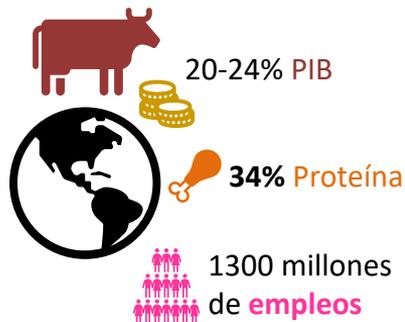




Universidad del Cauca

Introducción


OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



1.1 millones
Empleos directos
6 %



935 millones
de toneladas de carne al año



28.3 millones
de bovinos



140
Litros de leche



18.6
Kilos de carne



Contribuye con 1.4%
al PIB nacional

77 % de la superficie en uso del suelo del país se destina a labores pecuarias

81 % de esta superficie está cultivada con pastos **19** % malezas y rastrojos



TOTAL DE LA SUPERFICIE EN USO DEL SUELO

 **28** millones de cabezas

39 millones de hectáreas



Destinadas a labores pecuarias, lo que equivale a los departamentos de **Vichada, Guaviare, Caquetá y Amazonas.**

Lo cual se traduce en una media de

0.7

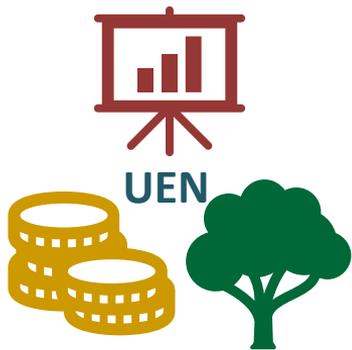
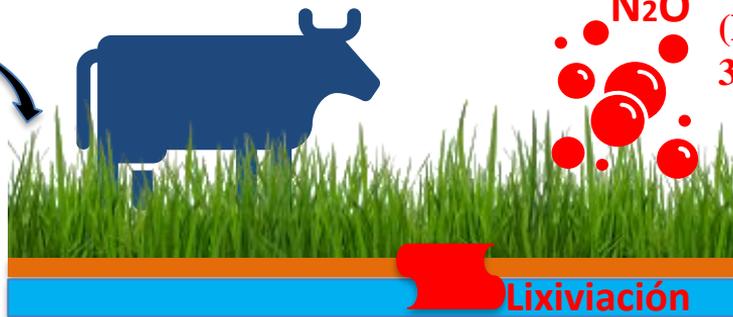


Unidades Gran Ganado (UGG) en una hectárea.



Universidad del Cauca

Introducción



193 países de la Asamblea General de las Naciones Unidas

Alliance



Objetivo



Universidad
del Cauca

Evaluar cuatro fuentes de nitrógeno y su influencia en la productividad y eficiencia de seis de las pasturas más utilizadas en los sistemas ganaderos de clima cálido.

1

Caracterizar la eficiencia en el uso del nitrógeno (UEN) en cultivares de:

- *Urochloa decumbens*,
- *U.* híbrido cv Cayman,
- *U.* híbrido cv Cobra,
- *U. humidicola* cv Tully,
- *Megathyrsus maximus* cv mombasa
- *Cynodon nlemfuensis*

con respecto a diferentes fuentes de nitrógeno.

2

Identificar las fuentes y dosis de Nitrógeno óptimas para lograr un alto UEN en forrajes de clima cálido.

3

Evaluar el flujo del N (planta-suelo-ambiente) en los genotipos

Metodología



Universidad
del Cauca



- Hacienda La Campiña (Santander de Quilichao, Cauca)
- 1005 msnm
- 28°C

Textura: Franco arcilloso - pH: 4.93 MO (g/Kg): 74.6
P (mg/Kg): 7.82 - Ca (cmol/Kg): 2.93 - Mg (cmol/Kg): 1.4 - K (cmol/Kg):
0.52 - Al (cmol/Kg): 0.98 - CICE (cmol/kg): 5.83 – Sat. Al (%): 17

Fuentes de N

Cod	Fuente	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	NH ₂	CaO	Mg	S	SO ₃	N.T.
A1	Urea	-	-	46%	-	-	-	-	46%
A2	Nitrato de amonio calcáreo	10.3%	10.7%	-	11.0%	7.5%	-	-	21%
A3	Urea / sulfato de amonio	0	5%	35%	-	-	5.6%	2.5%	40%
A4	N nativo del suelo	25.03 mg N-NO ₃ ⁻ kg suelo ⁻¹ y 19.04 mg N-NH ₄ ⁺ kg suelo ⁻¹							

Especies

Cod	Especie	Cv/Nombre común	Accesión
B1	U. humidicola	Tully / dulce	CIAT 679
B2	U. híbrido	Cobra	BR02/1794
B3	U. híbrido	Cayman	BR02/1752
B4	M. maximus	Mombasa / guinea	CIAT 6962
B5	C. nlemfuensis	Estrella morada	
B6	U. decumbens	Basilisk / amargo	CIAT 606

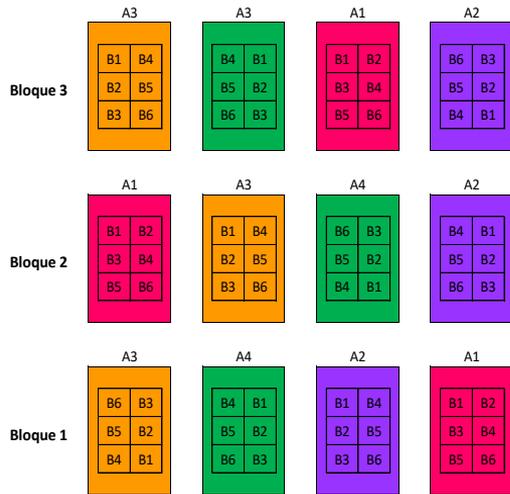
NO₃⁻: Nitrato, NH₄⁺: Amonio, NH₂: grupo amino (grupo funcional derivado del amoníaco o alguno de sus derivados), CaO: Oxido de calcio, Mg: magnesio, S: azufre, SO₃: Óxido de azufre, N. T.: Nitrógeno total.

Metodología O.E.1

Caracterización UEN



Universidad del Cauca



24

Tratamientos

72

Subparcelas

25m²

Área C/U

2 m

Entre tratamientos

5 m

Bloques

Metodología O.E.1

Caracterización UEN



Universidad
del Cauca



Altura



MS ha⁻¹ Pastoreo⁻¹



-  % PC
-  % FDN - FDA
-  % DIVMS



Absorción de nitrógeno
MS* N en forraje(%)

$$UEN = \frac{kg\ NTi - kg\ NTO}{DN} \times 100$$

UEN= uso eficiente de nitrógeno (%), **kg NTi**= kg de nitrógeno en el tratamiento fertilizado (kg ha⁻¹), **kg NTO**= kg de nitrógeno cosechado en el tratamiento sin nitrógeno (kg ha⁻¹) y **DN** = Dosis de nitrógeno del tratamiento fertilizado (kg ha⁻¹).

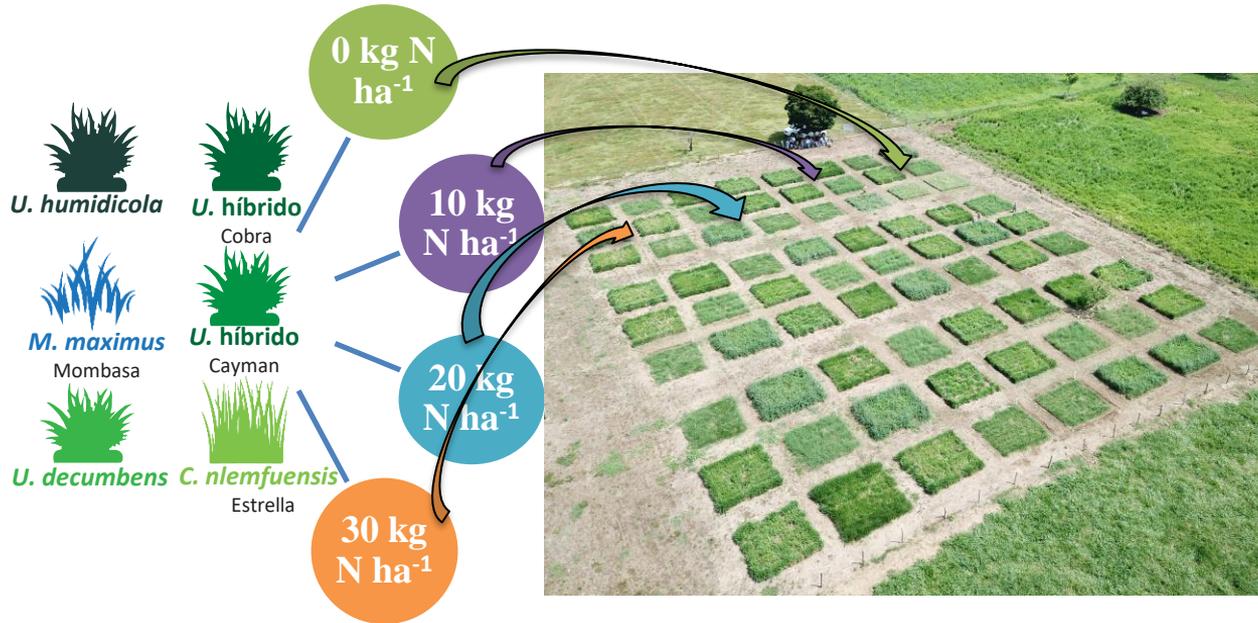


Metodología O.E.2

Fuentes y dosis óptimas



Universidad
del Cauca



Altura



% PC



% FDN - FDA



% DIVMS



Absorción N



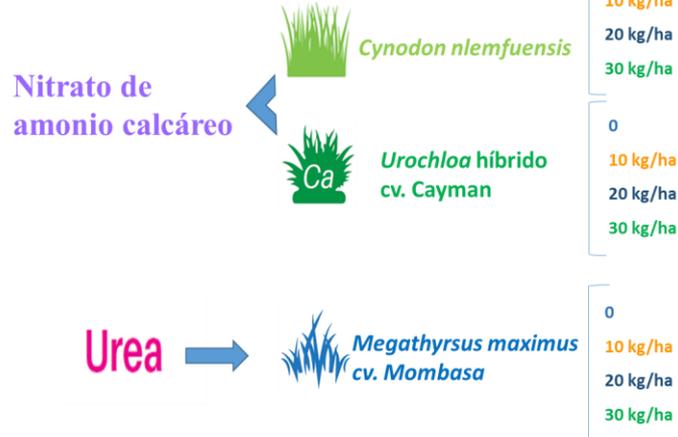
UEN

Metodología O.E.3

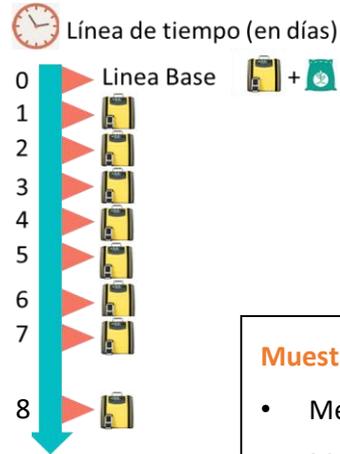
Flujo de N



Universidad
del Cauca



Medición de N₂O en el campo con un analizador de gas FTIR portátil



Muestreo diario (por cámara)

- Medición de la temperatura y la humedad del suelo
- Medición de N₂O (~8 minutos (cada 20 s))
- 1 cámara por tratamiento (= 12)
- Se midieron 36 cámaras todos los días

Producción y UEN

Análisis estadístico

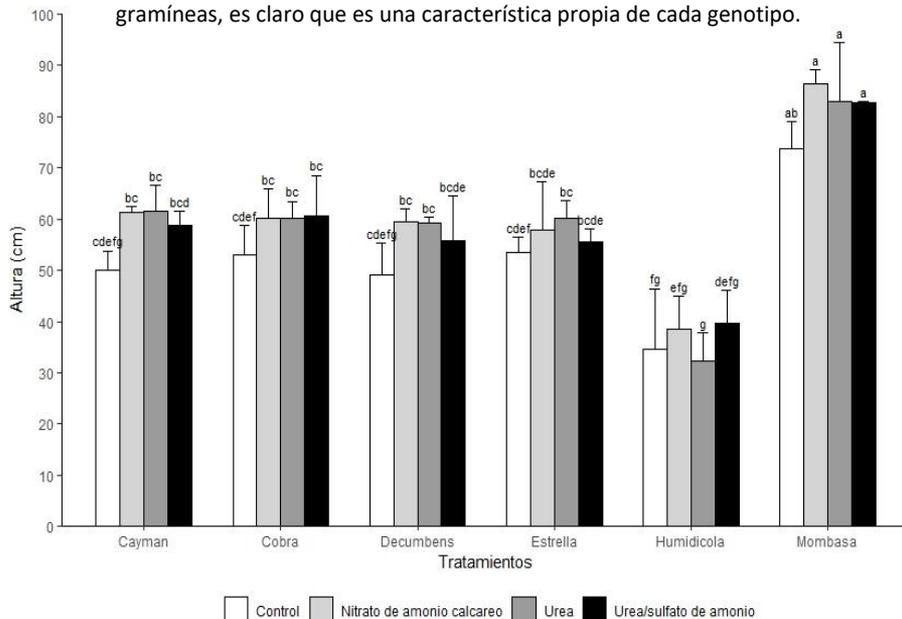


Resultados O.E.1

Caracterización UEN

Altura

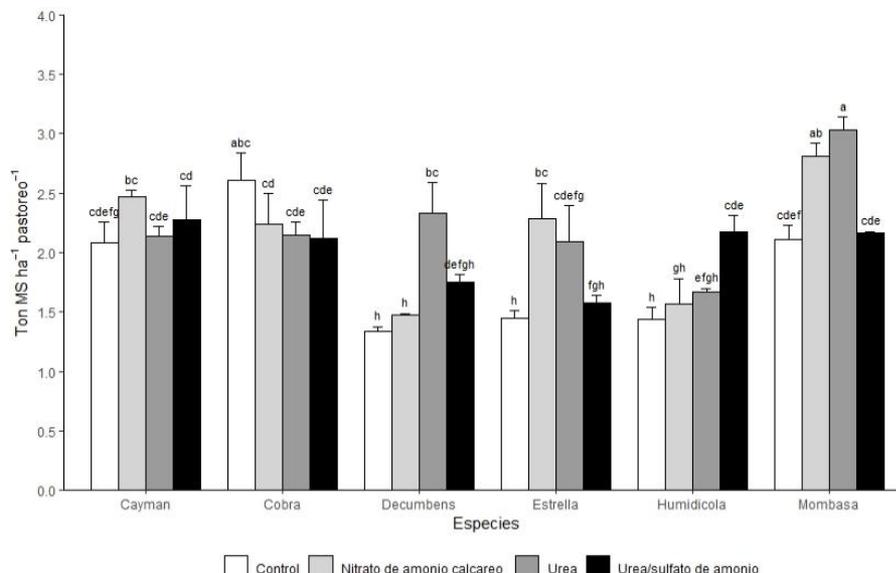
Si bien el efecto de la fuente nitrogenada se manifiesta en el aumento de la altura en las gramíneas, es claro que es una característica propia de cada genotipo.



Datos proyecto CIAT-YARA

Producción de MS

Existe una reacción positiva a la aplicación de N por parte de las especies forrajeras evaluadas, presentando mayor producción de materia seca



Datos proyecto CIAT-YARA

Resultados O.E.1

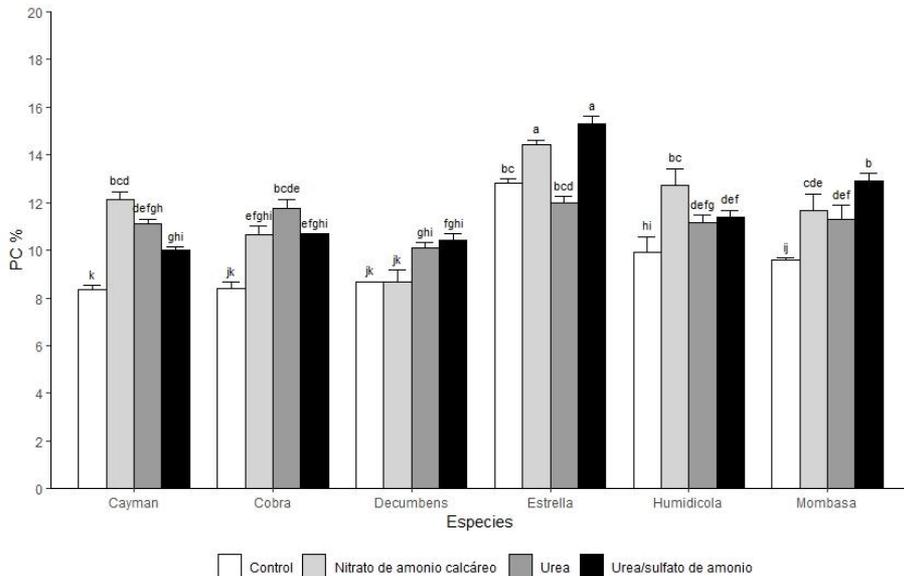
Caracterización UEN



Universidad
del Cauca

PC

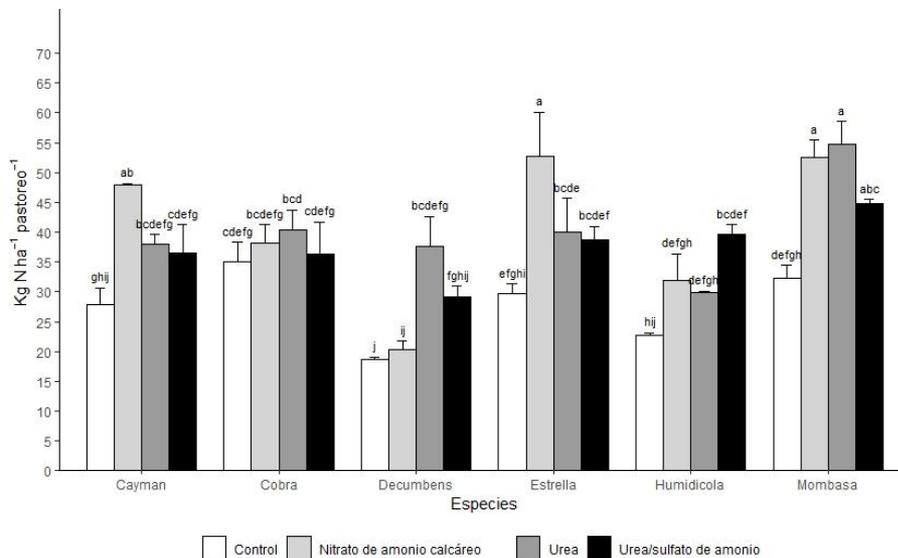
Las fuentes nitrogenadas incrementan la calidad nutricional del pasto; se puede evidenciar un notable cambio entre los tratamientos tratados con N y sin fertilizar.



Datos proyecto CIAT-YARA

Absorción de N

La aplicación de fuentes nitrogenadas ocasiona un aumento de la absorción de este nutriente en el forraje. Es importante destacar que en el cultivar cobra, si bien la producción de materia seca con fertilización fue menor, la absorción de nitrógeno fue mayor.



Datos proyecto CIAT-YARA

Resultados O.E.1

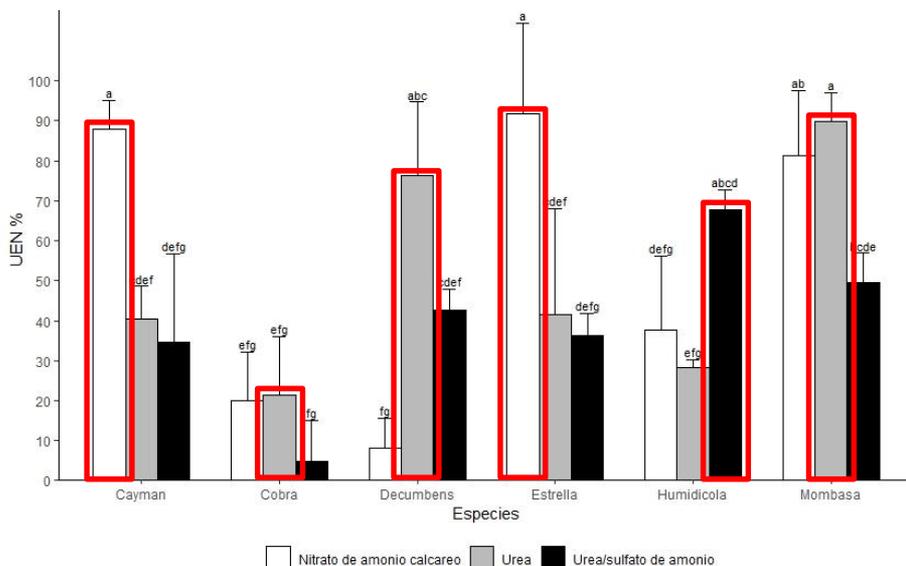
Caracterización UEN



Universidad
del Cauca

UEN

Si se tiene en cuenta el control como punto de referencia, los genotipos forrajeros no presentan afinidad por una sola fuente nitrogenada, cada uno se comporta mejor con una fuente distinta.



Datos proyecto CIAT-YARA

Fuente	UEN	groups
Nitrato de amonio calcáreo	54	a
Urea	50	a
Urea/sulfato de amonio	39	b
Control	0	c

Especie	UEN	groups
Mombasa	55	a
Estrella	42	b
Cayman	41	bc
Humidicola	33	cd
Decumbens	32	d
Cobra	12	e

Resultados O.E.2



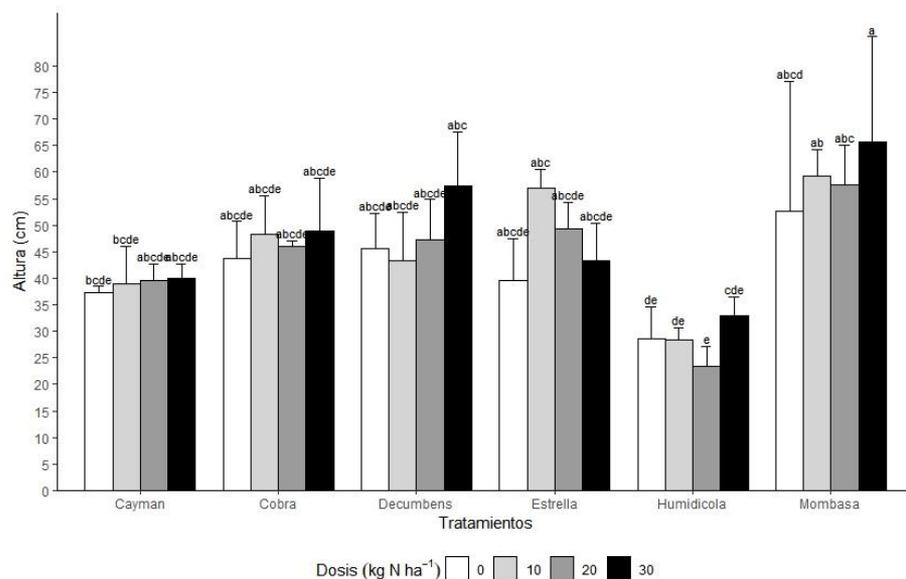
Universidad
del Cauca

Altura

Fuentes y dosis óptimas

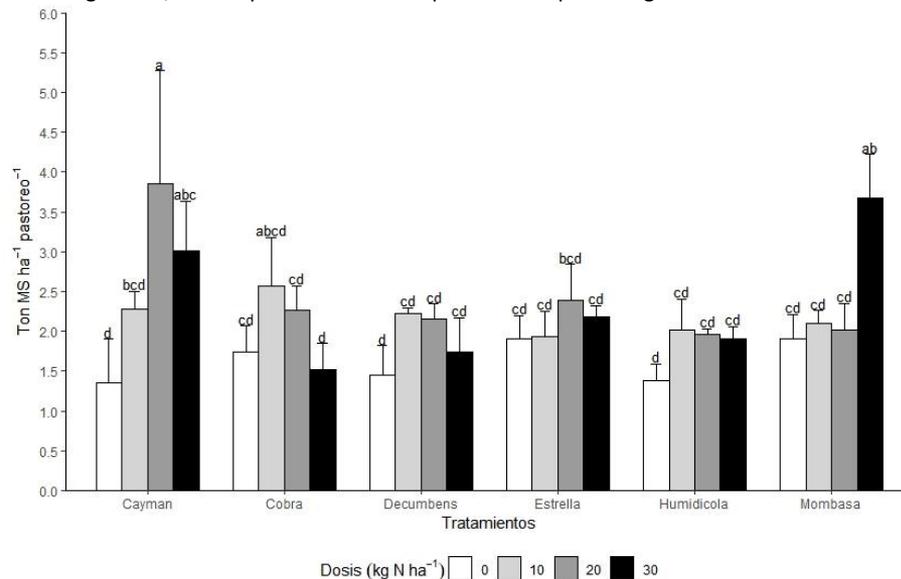
Producción de MS

Aumento de la altura de la planta al aumentar la dosis de nitrógeno



Existe una curva de aprovechamiento entre las dosis y la productividad de todas las especies forrajeras.

Para lograr un aumento considerable en la producción de MS en Mombasa, fue necesario 30 kg N ha⁻¹, debido probablemente a que es una especie exigente en este nutriente.



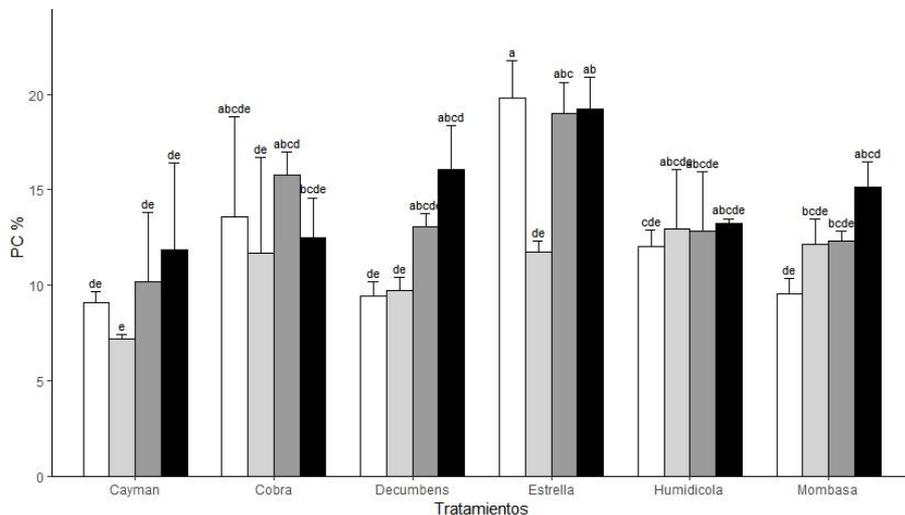


Resultados O.E.2

Fuentes y dosis óptimas

PC

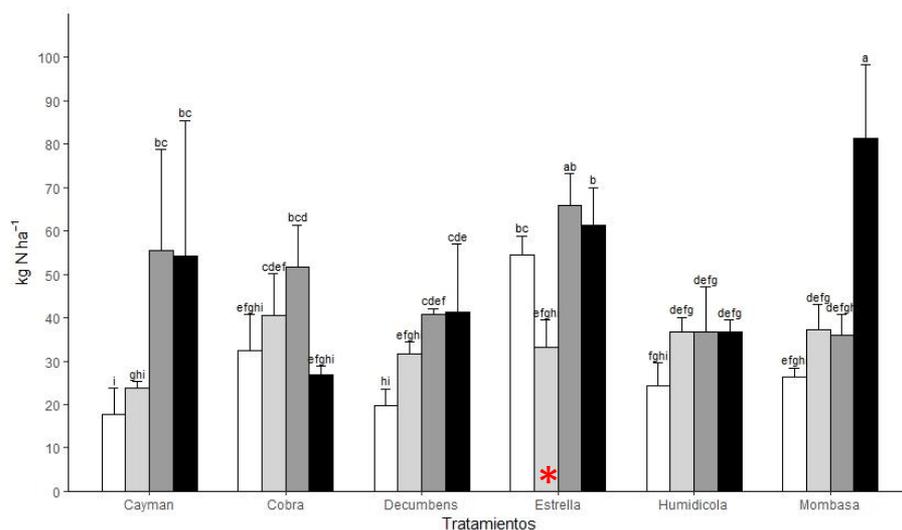
Las dosis inciden en el contenido de proteína en los forrajes, además que no siempre hay un incremento proporcional de este parámetro nutricional frente al aumento en la dosis de nitrógeno aplicada en los genotipos.



Dosis (kg N ha⁻¹) □ 0 □ 10 □ 20 □ 30

Absorción de N

La absorción de N en el forraje aumenta gradualmente conforme al aumento en la dosis. Estrella a 10 kg N ha⁻¹ y Cobra a 30 kg N ha⁻¹ no siguen el mismo patrón.



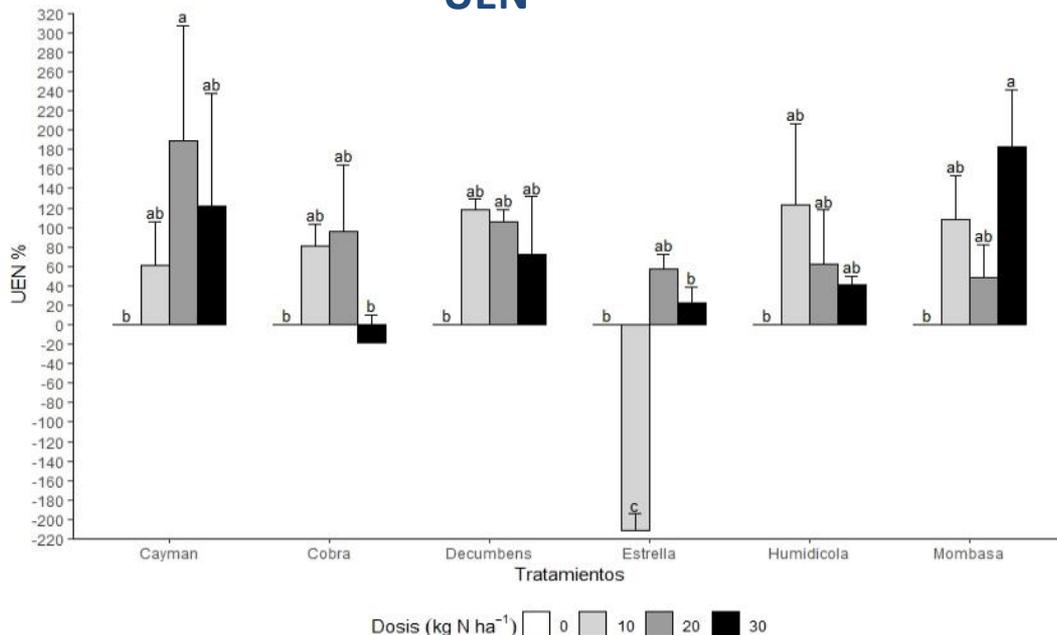
Dosis (kg N ha⁻¹) □ 0 □ 10 □ 20 □ 30



Resultados O.E.2

Fuentes y dosis óptimas

UEN



Datos proyecto CIAT-YARA

Dosis (kg N ha ⁻¹)	UEN %	groups
20	93	a
30	70	a
10	47	ab
0	0	b

Especie	UEN	Groups
Cayman	93	a
Mombasa	85	a
Decumbens	74	a
Humidicola	56	a
Cobra	40	a
Estrella	-33	b

Se aprecia una curva de eficiencia en el uso de N, con la que es posible determinar la dosis óptima de aplicación en Cayman, Cobra y Estrella

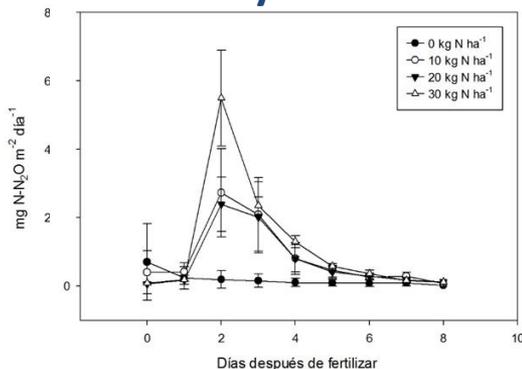


Resultados O.E.3

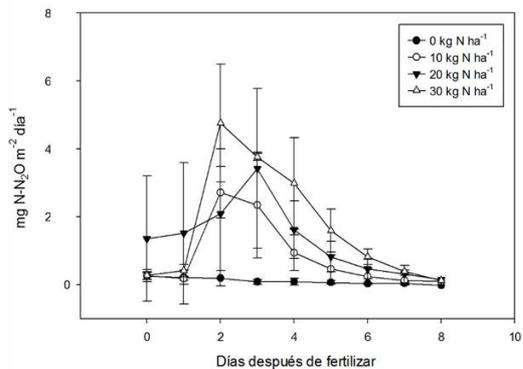
Flujo de N

Emisiones diarias de N₂O

Cayman



Estrella



Mombasa

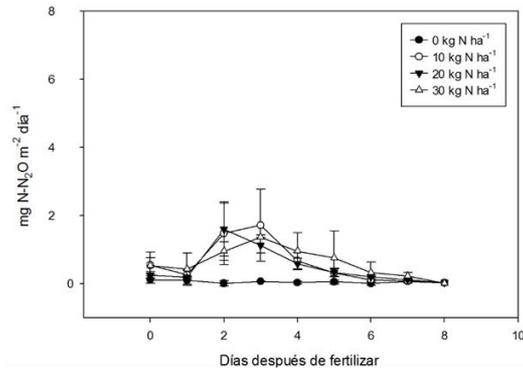
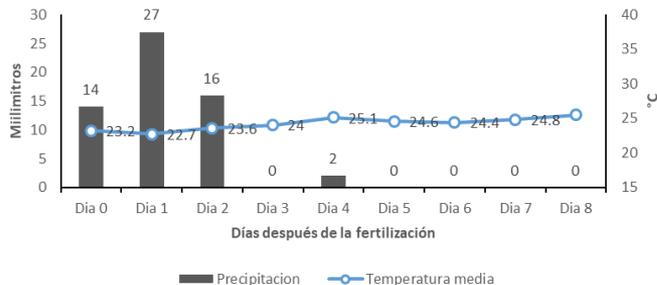


Diagrama de precipitación y temperatura



- ✓ A 0 kg de N ha⁻¹ las emisiones de N₂O en todos los tratamientos fue cercana a 0, las mayores valores se dieron con la aplicación de 30 kg de N ha⁻¹.
- ✓ Las emisiones disminuyeron y encontraron estabilidad después del día 7 de medición.
- ✓ Los mayores flujos se dieron posterior a las precipitaciones.

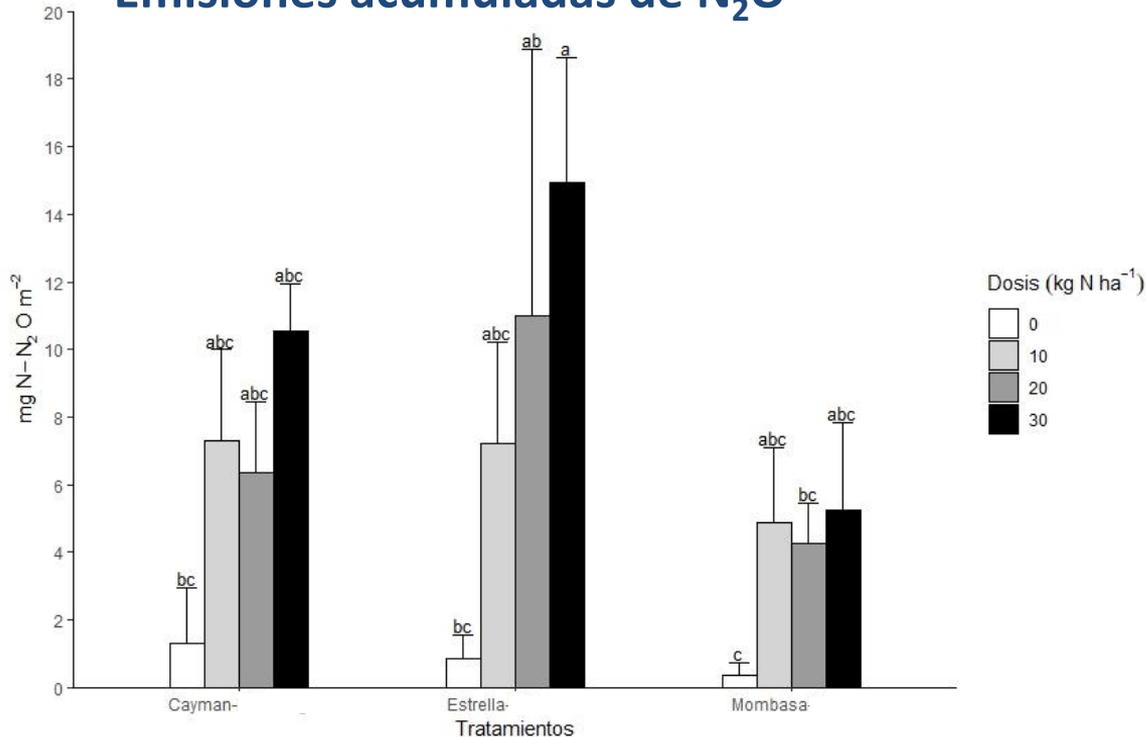
Resultados O.E.3

Flujo de N



Universidad
del Cauca

Emisiones acumuladas de N_2O



Datos proyecto CIAT-YARA

- ✓ Existe una relación proporcional entre el aumento en las dosis y el aumento en las emisiones de N_2O .
- ✓ Las especies fertilizadas con nitrato de amonio calcáreo (Estrella y Cayman) presentaron mayores emisiones que Mombasa.
- ✓ En Mombasa no se aprecian diferencias significativas en las emisiones para las diferentes dosis.

Resultados O.E.3

Flujo de N



Universidad
del Cauca

Fuente nitrogenada

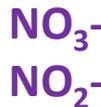
Ruta de transformación mas rápida, ya que la disponibilidad de nitrato es inmediata. Para urea el camino es mucho mas largo, primero se hidroliza pasando a amonio luego se pasa a nitritos y nitratos.



Nitrificación

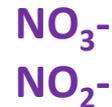


Capacidad IBN



Desnitrificación

Nitrato de amonio calcáreo



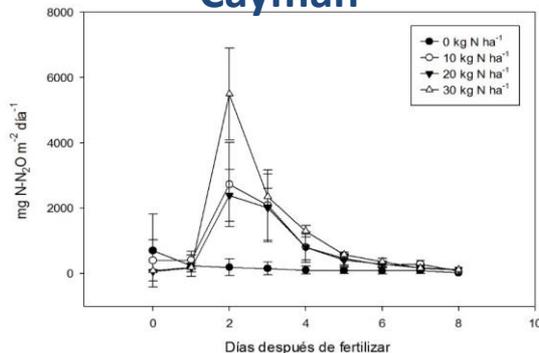


Resultados O.E.3

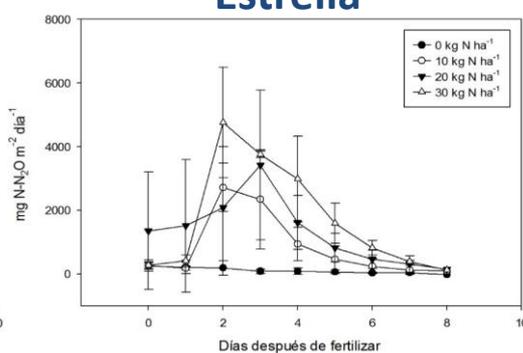
Especie

Relación entre emisiones y espacio poroso lleno de agua en el suelo

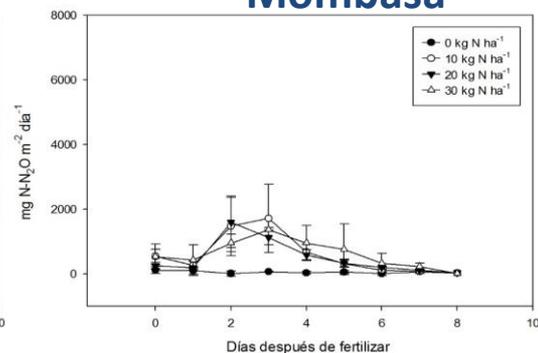
Cayman



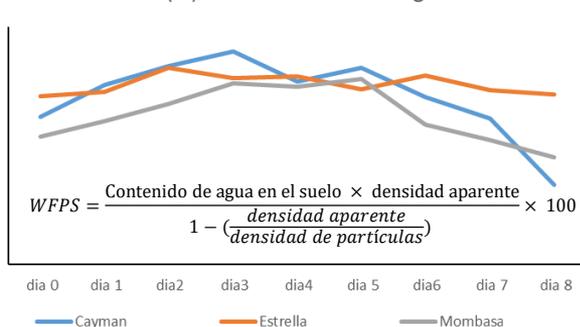
Estrella



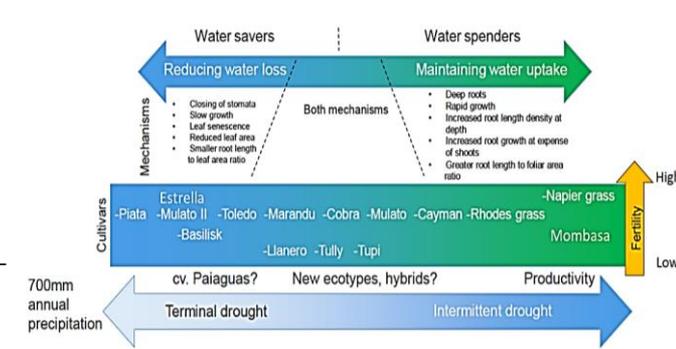
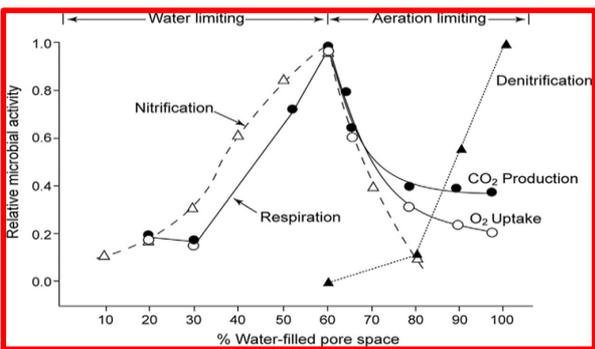
Mombasa



WFPS (%) en tratamientos 30 kg ha⁻¹



$$WFPS = \frac{\text{Contenido de agua en el suelo} \times \text{densidad aparente}}{1 - \frac{\text{densidad aparente}}{\text{densidad de partículas}}} \times 100$$





Resultados O.E.3

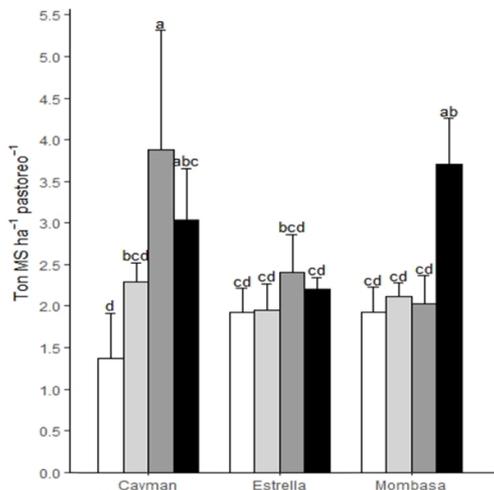
Flujo de N

Relación entre producción, emisiones acumuladas y UEN

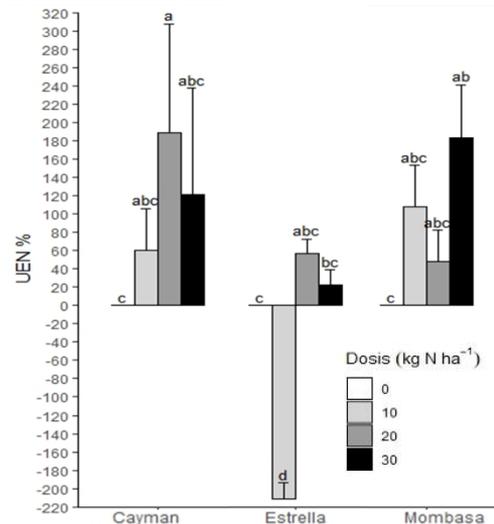
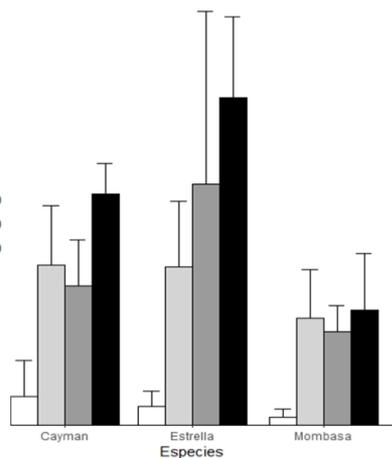
Producción MS

Emisiones acumuladas
de $N_2O \sim 9$ días

Eficiencia de uso de N



Dosis
0
10
20
30



Dosis (kg N ha⁻¹)
0
10
20
30

- ✓ En Cayman y Estrella se encontró el pico de productividad en las tres dosis, siendo 20 kg de N ha⁻¹ punto óptimo de fertilización, dosis en la cual las emisiones fueron menores.
- ✓ En Mombasa el pico no fue visible, la mayor productividad se dio cuando se aplicaron 30 kg de N ha⁻¹.
- ✓ En Estrella no se observaron diferencias en la producción, pero sí en las emisiones, indicando que es una especie con un bajo UEN.

Resultados O.E.3

Flujo de N



Universidad
del Cauca

Intensidad de emisiones por kg de MS

Tratamiento	Dosis (kg N ha ⁻¹)	Producción (kg MS ha ⁻¹ pastoreo-1)	Emisiones N ₂ O acumuladas (µg N-N ₂ O m ⁻²)	Intensidad de emisiones (µg N-N ₂ O kg MS ⁻¹)
Cayman	0	1359	1312.5	0.97
Cayman	10	2280	7306.3	3.2
Cayman	20	3855.9	6350.1	1.65
Cayman	30	3014	10537.1	3.5
Estrella	0	1906	848.2	0.45
Estrella	10	1933.3	7210.7	3.73
Estrella	20	2393.4	11007.5	4.6
Estrella	30	2186.7	14920.5	6.82
Mombasa	0	1906.7	376.2	0.2
Mombasa	10	2093.3	4890.1	2.34
Mombasa	20	2013.3	4243.2	2.11
Mombasa	30	3680.2	5245.5	1.43

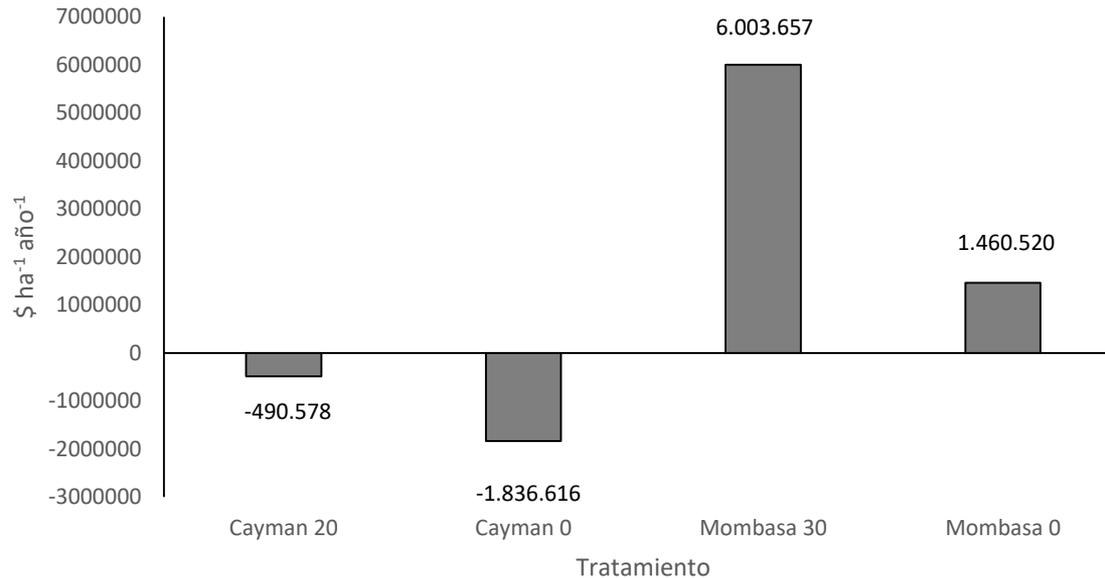
- ✓ Cayman con 20 kg de N ha⁻¹ mayor producción de MS que con 30 kg N ha⁻¹ (22% mas) y un 40% menos emisiones. La intensidad de emisiones fue de 1.65 µg N-N₂O kg MS⁻¹.
- ✓ En Estrella la dosis 20 kg de N ha⁻¹ permitió un aumento en la productividad y disminución en la emisión de gases con respecto a las demás dosis.
- ✓ Mombasa con 30 kg de N ha⁻¹ presento un aumento aproximado del 60% en la productividad de materia seca, a un costo en emisiones muy bajo (1.43 µg N-N₂O kg MS⁻¹).

Comparación de ingresos



Universidad
del Cauca

Comparación de ingresos entre los tratamientos con mayor UEN y su control



Mombasa con y sin fertilización presentaron rentabilidad para el productor, Cayman con y sin fertilización por lo contrario implicaron pérdidas

Eventos científicos



Universidad
del Cauca

XXIV Congreso del IGC y el XI del IRC

(The Joint International Grassland & International Rangeland Congress).

Nairobi, Kenia, del 23 al 29 de octubre de 2021.

Nitrogen use efficiency by the main forage grasses in the low tropics in response to different Nitrogen fertilizers

Bastidas, M.; Rúden, A.; Villegas, D. M.; Arango, J.
International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia.

Key words: eco-efficient livestock, improved fodder, forms of nitrogen, fertilization.

Abstract

Nitrogen (N) based fertilization occupies a notable role in global food security since it has improved productivity in agricultural and livestock systems. However, the excessive use of this element has economic and environmental effects. The objective of this study was to identify N fertilization alternatives to improve the efficiency of grass based livestock production. For this, we evaluated the influence on productivity of four sources of N (Urea, calcium ammonium nitrate (CAN), Urea/calcium ammonium sulfate and native soil N as control) in the pastures *Urochloa humidicola* (Humidicola), *U.* hybrid cv. Cobra, *U.* hybrid cv. Cayman, *Megathyrsus maximus* cv. Mombasa (CIAT-6962), *Cynodon nienfuensis* (Stargrass) and *U. decumbens* (Decumbens). The plant height, dry matter production, nutritional quality (crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent and *in vitro* dry matter digestibility), N absorption and N use efficiency (NUE) of the different species were determined. The results indicated that CAN stimulates the greatest increase in the height of the grasses, Mombasa went from 74 cm without N application to 86.4 cm. Mombasa-Urea and CAN showed the highest dry matter production per hectare (3.04 and 2.81 Ton DM ha⁻¹ cut⁻¹), approximately 30% more than their controls (without N application). In addition, the fertilized treatments showed 70% higher N uptake than the treatments without fertilizer application. Calcareous ammonium nitrate induced higher NUE in Stargrass and Cayman grass (91.7 and 87.9 %) and Urea in Mombasa with 89.9%. The content of CP in the Stargrass-Urea/ammonium sulfate treatment was 15.3%, followed by Stargrass-CAN (14.4% CP) and Mombasa-Urea/ammonium sulfate (12.9% CP). It could be concluded that the form of N strongly influences the expression of agronomic variables, in addition, the species have different affinity for N sources.



Conclusiones



Universidad
del Cauca

- Entre los forrajes tropicales existe suficiente variación genética para mejorar el UEN, y que puede ser complementada con el manejo agronómico como la utilización de fuentes y dosis óptimas de N.
- Nitrato de amonio calcáreo y Urea permiten obtener una mayor productividad de forraje y absorción de N por hectárea. Permitiendo aumentar hasta en un 43% estos parámetros.
- La fuente nitrogenada Nitrato de amonio calcáreo indujo a un mayor UEN por parte de los forrajes. Estrella, Cayman fertilizados con Nitrato de amonio calcáreo y Mombasa con Urea presentaron la mayor eficiencia con 92, 88 y 90 % respectivamente.

Conclusiones



Universidad
del Cauca

- La aplicación de nitrógeno mejora la calidad nutricional de los forrajes, aumentando el contenido de proteína, disminuyendo la fibra y como consecuencia mejorando la digestibilidad.
- La dosis que permite obtener el mayor UEN es 20 kg de N ha⁻¹, con un 93% de eficiencia.
- En los forrajes tropicales existe una curva de asimilación de N, teniendo en cuenta el UEN se puede decir que la dosis optima para Cayman, Cobra y Estrella es 20 kg N ha⁻¹.

Conclusiones



Universidad
del Cauca

- Las emisiones de N_2O incrementaron proporcionalmente con la dosis de N aplicado por fertilización. El pasto Estrella es la especie que generó mayores emisiones de N_2O y Mombasa la que menores valores presentó.
- Los tratamientos fertilizados que presentaron menor intensidad de emisiones fueron Cayman a 20 kg N ha^{-1} , Estrella a 20 kg N ha^{-1} y Mombasa a 30 kg N ha^{-1} .
- Los ganaderos pueden contribuir a optimizar el UEN de los sistemas, produciendo carne con especies y cultivares con una alto UEN, a través de fuentes y dosis óptimas de fertilizantes.

Perspectivas



Universidad
del Cauca



FASE 2

Alliance

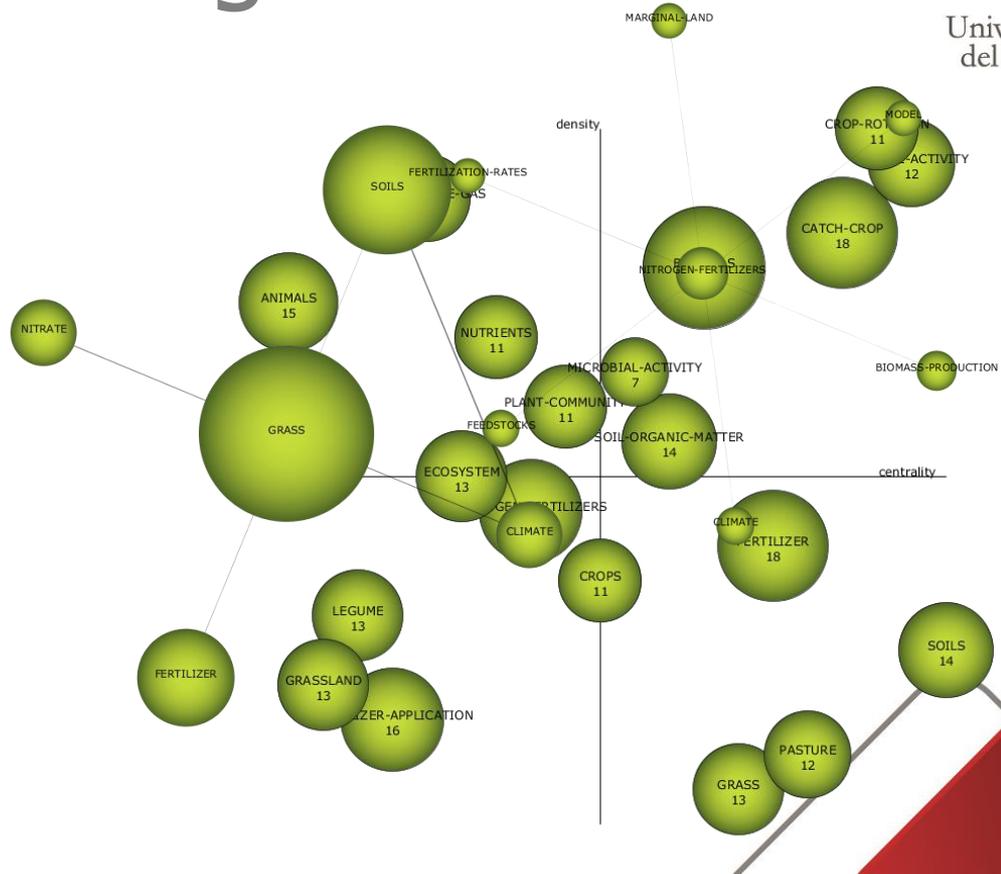


Bibliografía



Universidad
del Cauca

- Méndez, R., Fernández, J. A., & Yáñez, E. A. (2019). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y composición de *Cynodon plectostachyus*. *Revista Veterinaria*, 30(1), 48–53. <https://doi.org/10.30972/vet.3013899>
- Mohan Kumar, K.; Hanumanthappa, M., Marimuthu, S. & Meenambigai, C. (2018). A review on enhancing the fertilizers use efficiency to minimize environmental impacts. ~ 2167 ~ *International Journal of Chemical Studies*, 6(3).
- Molina, Donney's, G., Montoya, S., Rivera, J. E., Villegas, G., Chará, J., & Barahona, R. (2015). La inclusión de *Leucaena leucocephala* reduce la producción de metano de temeras lucerna alimentadas con *Cynodon plectostachyus* y *Megathyrsus maximus*. *Livestock Research for Rural Development*, 27(5).
- Molina, N. L., Terrazas, L. A., & Mariazza, E. F. (2020). *Estrategias para mejorar los pastizales altoandinos : el rol del trébol y la fertilización con fósforo Strategies to improve High Andean rangelands : the role of clover and phosphorous fertilization*. 31(2).
- Morone, O., & Zuloaga, F. (1993). SINOPSIS DEL GENERO UROCHLOA (POACEAE: PANICOIDEAE: PANICEAE) PARA MEXICO Y AMERICA CENTRAL. *Darwiniana*, 32(1/4), 59–75. <http://www.jstor.org/stable/23222956>
- Mueller, N. D., Gerber, J. S., Johnston, M., Ray, D. K., Ramankutty, N., & Foley, J. A. (2012). Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*, 490(7419), 254–257. <https://doi.org/10.1038/nature11420>



Gracias



Universidad
del Cauca