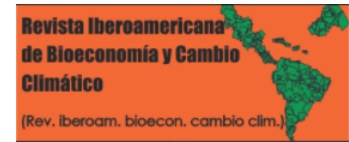


Eco-intensificación

Evaluación de la labranza mecanizada y enmiendas sobre la producción de pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.) y su calidad nutricional en San Mateo de Alajuela, Costa Rica



 R. C. Medina Flores

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León,
Área de Conocimiento de Ciencias Agrarias y
Veterinarias, Área específica de Agroecología y
Agronegocios, Nicaragua
randatlh.medina@unanleon.edu.ni

 J. A. Leiva Sanabria

Universidad de Costa Rica, Escuela de Agronomía, Costa
Rica
jorge.leivasanabria@ucr.ac.cr.

R. Mata Chinchilla

Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones
Agronómicas, Costa Rica
rafael.mata@ucr.ac.cr.

C. Barboza

Ministerio de Agricultura, San Mateo de Alajuela, Costa
Rica, Costa Rica
cbarboza@mag.go.cr.

 R. WingChing-Jones

Universidad de Costa Rica, Centro de Investigación en
Nutrición Animal, Costa Rica
rodolfo.wingching@ucr.ac.cr.

 S. R. Acuña Chinchilla

Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones
Agronómicas, Costa Rica
sisgo.acunachinchilla@ucr.ac.cr

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio
Climático

vol. 9, núm. 18, p. 2220 - 2237, 2023

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua

ISSN-E: 2410-7980

Periodicidad: Semestral

Resumen: Antecedentes: El pasto *Digitaria decumbens* Stent. utilizado como pasto de corte, representa una alternativa de alimentación para el ganado bovino. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la labranza mecanizada y enmiendas sobre la producción de pasto transvala y su calidad nutricional. **Metodología:** Las variables productivas y nutricionales del pasto fueron evaluadas 78 y 173 días después de la aplicación de los tratamientos (DDAT); los cuales consistieron en Subsolador, Palín Mecánico, Descompactador, Subsolador+Enmienda, Palín Mecánico+Enmienda, Descompactador+Enmienda y un Control. **Resultados:** Los tratamientos con enmienda presentaron los valores más altos de cobertura y altura, tanto a los 78 como a los 173 DDAT. Sin embargo, a los 78 días ninguno de los tratamientos difirió significativamente del Control. Para el caso de la altura, el Palín Mecánico+Enmienda presentó el valor más alto. Luego de 173 días el Palín Mecánico+Enmienda y Descompactador+Enmienda mostraron la mayor altura con 39,91 y 39,25 cm respectivamente. La cobertura en esta misma fecha fue superior en los tratamientos Palín Mecánico+Enmienda y Subsolador+Enmienda con una mediana de 96 y 95 % respectivamente, siendo significativamente diferentes del Control. El Subsolador+Enmienda presentó la mayor producción (423,06±32,51 pacas/ha) a los 78 DDAT. Luego de 173 días el Palín Mecánico+Enmienda obtuvo los mayores valores (268,97±26,57 pacas/ha). **Conclusiones:** Los tratamientos de labranza en conjunto con la aplicación de cal y compost, incrementaron significativamente la producción de pasto, alcanzando incluso a duplicar la producción, no obstante, la calidad nutricional del pasto no se ve alterada por los tratamientos aplicados en este estudio.

Palabras clave: Digestibilidad in-Vitro, Materia seca, cal.

Abstract: Background: *Digitaria decumbens* Stent, used as cutting grass, represents an alternative feed for cattle. **The objective** of the research was to evaluate the effect of

Notas de autor

randatlh.medina@unanleon.edu.ni

conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni

Recepción: 30 octubre 2023

Aprobación: 30 diciembre 2023

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v9i18.18440>

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3944609014/>

mechanized tillage and amendments on the production of transvala grass and its nutritional quality. **Methodology:** The productive and nutritional variables of the grass were evaluated 78 and 173 days after the application of the treatments (DDAT); which consisted of Subsoiler, Mechanical Pallet, Decompactor, Subsoiler + Amendment, Mechanical Pallet + Amendment, Decompactor + Amendment and a Control. **Results:** The treatments with amendment presented the highest values of coverage and height, both at 78 and 173 DDAT. However, at 78 days none of the treatments differed significantly from the Control. In the case of height, Mechanical Pallet + Amendment presented the highest value. After 173 days, the Mechanical Pallet + Amendment and Subsoiler + Amendment treatments showed the highest height with 39.91 and 39.25 cm respectively. The coverage on this same date was higher in the Mechanical Pallet + Amendment and Subsoiler + Amendment treatments with a median of 96 and 95 % respectively, being significantly different from the Control. The Subsoiler + Amendment treatment presented the highest production (423.06 ± 32.51 bales/ha) at 78 DDAT. After 173 days, the Mechanical Pallet + Amendment obtained the highest values (268.97 ± 26.57 bales/ha). **Conclusions:** The tillage treatments together with the application of lime and compost significantly increased grass production, even reaching double the production, however, the nutritional quality of the grass is not altered by the treatments applied in this study.

Keywords: In-Vitro digestibility, Dry material, lime.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los sistemas de producción de pasto para la alimentación ganadera representan alrededor del 26% de la superficie terrestre y se estima que aproximadamente el 70% de la superficie dedicada a la agricultura (Bol, 2010). Originario de Sudáfrica, el pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.) es una gramínea introducida a Estados Unidos en el año de 1935 y traída a Costa Rica en los años 70's, siendo establecida en distintas zonas geográficas del país, pero de manera particular en la región Chorotega, donde se utiliza como pasto de corte, cuya henificación es comúnmente bajo sistemas de secano (Tecnológicos, 2019); lo cual se ha convertido en una alternativa de alimentación para el ganado y como una manera de asegurar la disponibilidad de alimento sobre todo en épocas donde la producción de pasto es limitada (Kendall *et al.*, 2009). En este contexto, la conservación del pasto es una estrategia alimenticia eficaz que permite diseñar los arreglos espaciales y productivos en la finca, generando competitividad en los sistemas agropecuarios (Angulo-Arroyave & Rosero-Noguera, 2018).

Por su parte, los rendimientos del pasto dependen principalmente de la producción de biomasa, que es probablemente la más importante característica de todo cultivo forrajero, pues de la velocidad de producción de biomasa depende su tasa productiva (Capstaff & Miller, 2018). La edad de rebrote del pasto transvala, determina la calidad del forraje y por lo general, las gramíneas forrajeras son capaces de mantener las características nutricionales de manera aceptable (contenido de proteína, fibra, energía y digestibilidad) incluso, hasta los 45 días después del rebrote, a partir de este periodo la calidad del pasto se reduce significativamente (Morales, Acuña y Cruz, 2006). La concentración de proteínas, carbohidratos y lípidos del forraje determinan su estado nutricional y su capacidad para ser digerido por el rumiante, que, junto con las vitaminas y minerales, confieren la cantidad de energía que puede obtener el animal (Capstaff & Miller, 2018).

Por otro lado, el tránsito de animales y maquinaria pesada, son algunos de los factores de suma importancia que contribuyen al deterioro del pasto, a la variabilidad y heterogeneidad de las propiedades químicas, físicas y biológicas que caracterizan los suelos (Montanari *et al.*, 2013). Como consecuencia de esta actividad en las áreas de producción de pasto, son frecuentes los deterioros de las propiedades edáficas, lo cual, guarda una estrecha relación con la reducción de la producción de biomasa, cobertura vegetal y valor nutricional de los pastos (Demuner-Molina *et al.*, 2014). Por lo tanto, la limitación de crecimiento de las plantas se asocia directamente al deficiente desarrollo radicular, que, a su vez, con frecuencia se da por un inadecuado manejo del suelo que causa compactación (Roque García, 2015).

Sin embargo, los sistemas agrícolas, donde los procesos de remoción de suelo son limitados, propicia la estructuración del suelo, con lo que aumenta la humedad del mismo y facilita la penetración radicular, como resultado, los suelos no removidos presentaran menor resistencia a la penetración (Baker *et al.*, 2008). Por lo tanto, la gestión del suelo en los sistemas de producción de pastos, es indispensable para lograr altos índices de productividad, que equilibren la producción y la sostenibilidad de los sistemas pecuarios (Serrano *et al.*, 2018). En ese sentido, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la labranza mecanizada y enmiendas sobre la producción de pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.) y su calidad nutricional en San Mateo de Alajuela, Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en una finca dedicada a la producción ganadera, ubicada en Labrador de San Mateo de Alajuela (9°56'01" LN y 84°37'59" LO), perteneciente a la región del Pacífico Central de Costa Rica, en la cuenca del Río Jesús María, con una altitud de 254 m (Piedra Quesada, 2017). El sitio se caracteriza por tener un régimen de humedad Ústico, con un periodo seco con duración aproximada de 4 a 5 meses y otro lluvioso que dura alrededor de 8 meses, con una precipitación media anual de 2637 mm. La temperatura media anual es de 26 °C (Solano & Villalobos, 2012). El suelo en el sitio de estudio es un Ustic Palehumults, según su clasificación taxonómica del sistema USDA, los cuales son antiguos, meteorizados, con contenidos de arcilla altos, ricos en materia orgánica y de régimen de humedad Ústico, que se caracteriza por una época seca marcada mayor a 3 meses (Camacho et al., 2015).

Diseño del Experimento

El experimento se estableció en un área de 2405 m., donde se ubicaron 28 sub-parcelas o unidades experimentales con dimensiones de 3 x 10 m (30 m.). Con un diseño de bloques completos al azar, el cual consiste en la distribución de todos los tratamientos en espacios uniformes llamados bloques (Núñez, 2013) con seis tratamientos por bloque más un control y cuatro repeticiones (Figura 1). Los tratamientos consistieron en labranza mecanizada de suelo utilizando tres implementos: Palín Mecánico, Descompactador y Subsolador, más un Control. Además, se utilizó una enmienda de tipo orgánico o compostado a base de gallinaza, obtenida de la casa comercial: El chumaco en San mateo de Alajuela, Costa Rica (Cuadro 1), en combinación con CaCO (Cuadro 2). En total se aplicaron seis tratamientos más un control sin labranza y sin enmiendas (Cuadro 3).

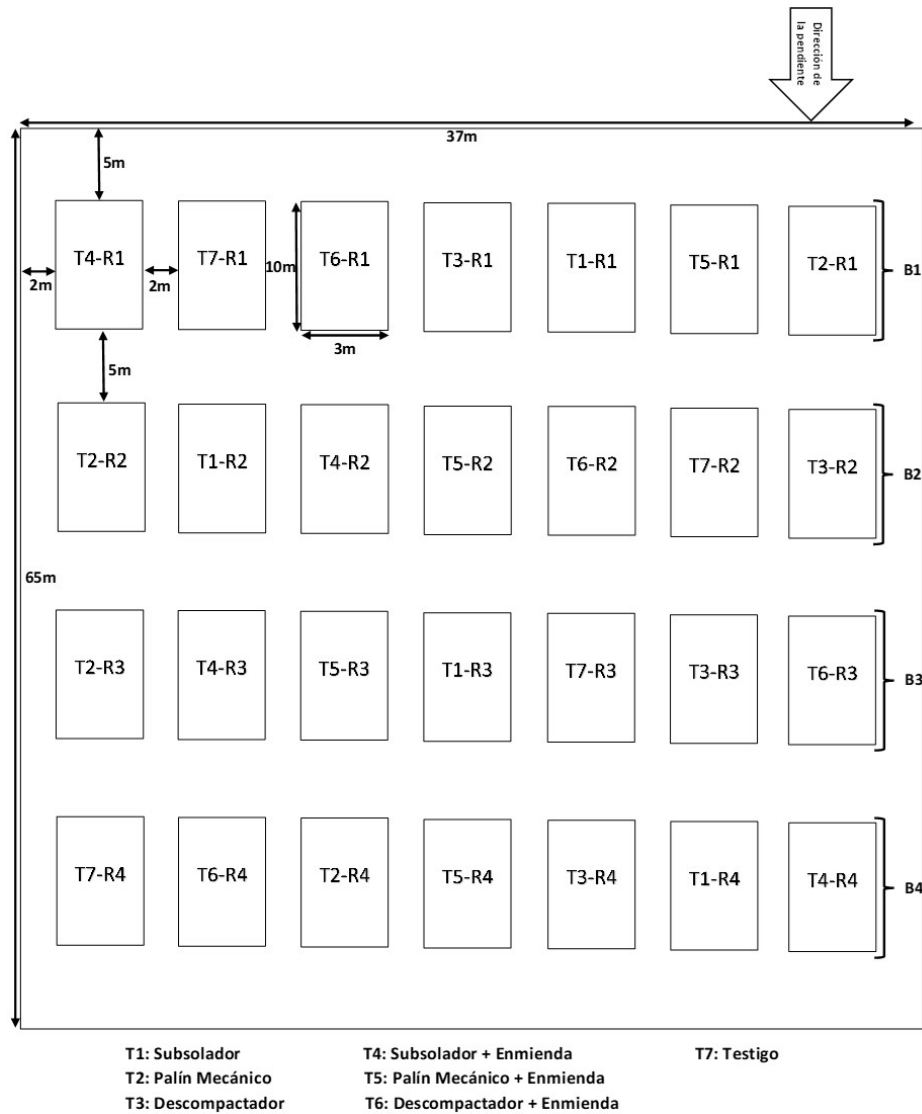


Figura 1.
Croquis del experimento.

Cuadro 1.
Características químicas y físicas del compost

% masa								
C	MO	Humedad	N	P	Ca	Mg	K	S
16,40	23,45	26	2,53	2,17	3,66	0,69	2,48	0,52
mg/kg						Relación	H ₂ O	mS/cm
Fe	Cu	Zn	Mn	B	C/N	pH	CE	
36391	144	568	1388	37	6,5	7,8	20,8	

Cuadro 2.
Características químicas y granulométricas de la cal

PUREZA QUÍMICA							% PRNT
	% masa/masa					% EQ	
% Humedad	Ca	Mg	S	CaCO ₃	MgCO ₃		
0,2%	39,3	0,1		98,3	0,4	98,8	
GRANULOMETRÍA							% EG
# de malla	10	20	40	60	> 60		
% de material	0,0	0,0	0,0	0,2	99,8		
% de efectividad	0,0	0,0	0,0	0,1	99,8		
						98,7	

EQ: Equivalente químico; EG: Efectividad granulométrica; PRNT; Poder relativo de neutralización total

Cuadro 3.
Tratamientos de labranza mecanizada y enmiendas

Tratamientos	Profundidad de trabajo (cm)	Separación entre órganos de labor (cm)	Compost (ton/ha)	CaCO ₃ (ton/ha)
Subsolador	40	65		
Palín Mecánico	15	25		
Descompactador	20	39		
Subsolador+Enmienda	40	65	7,33	2
Palín Mecánico+Enmienda	15	25	7,33	2
Descompactador+Enmienda	20	39	7,33	2
Control				

Muestreos

Los periodos de muestreo se ajustaron a las dos primeras fechas de corte del pasto establecidas por el productor, que fue a los 78 y 173 días después de la aplicación de los tratamientos. Se tomaron cuatro muestras al azar por cada uno de los tratamientos a una profundidad, estas muestras fueron colocadas en bolsas de papel perforadas y posteriormente llevadas al laboratorio para determinar la materia seca, proteína cruda y digestibilidad in-vitro de la materia seca.

Variables evaluadas

Altura de planta: Con ayuda de una cinta métrica se midió la altura (cm) del pasto, considerando como referencia la superficie del suelo hasta el ápice de los tallos. Para el caso de la altura se tomaron 12 puntos al azar por tratamiento y el muestreo fue realizado por la misma persona con el fin de reducir el margen de error.

Cobertura: Utilizando el método del marco cuadrado, el cual cuenta con un área de 1 m., se tomaron 4 puntos de muestreo por tratamiento de manera aleatoria, en estos puntos se determinó la cobertura (%), usando Canopeo una aplicación android de uso libre creada por Oklahoma State University (www.canopeoapp.com), diseñadas para medir cobertura de suelos de pasturas.

Pacas por hectárea: En un área de 1 m. la hierba fue cortada a ras del suelo (3 a 4 cm de la superficie del suelo) y colocada en bolsas de papel perforadas y luego llevadas al laboratorio donde fueron pesadas (materia fresca). Posteriormente, con el fin de deshidratar las muestras se colocaron en una estufa a 60 °C por 48 horas, luego de este tiempo las muestras fueron nuevamente pesadas (materia seca). Por último, se aplicó la siguiente ecuación para determinar el porcentaje de MS con respecto a la materia fresca:

$$\% MS = Ps/Pf \times 100$$

Donde:

MS: Materia seca (g)

Ps: Peso seco (g)

Pf: Peso Fresco (g)

Finalmente, con el dato de materia seca por metro cuadrado (Kg), se realizó el cálculo de materia seca por hectárea, multiplicándolo por 10000 y luego dividiendo el resultado entre 18 (que representa el peso promedio de una paca producida en la finca del productor). Este cálculo permite obtener el valor potencial de producción de pacas de heno sin considerar la pérdida de peso (humedad) en el proceso.

Proteína Cruda (PC) y Digestibilidad In-Vitro de la Materia Seca (DIVMS): Estos análisis se realizaron en laboratorio de bromatología del Centro de Investigaciones en Nutrición Animal (CINA) siguiendo el método descrito por Association of Official Analytical Chemist (1991).

Análisis de datos

Los datos se analizaron con el software estadístico R (RStudio) versión 1.3.1073 (© 2009-2020 RStudio, PBC). Se evaluaron los supuestos de normalidad de los residuales, homogeneidad de la varianza y presencia de observaciones influyentes (valores extremos). De cumplir con los supuestos, posteriormente se realizó un análisis de varianza de dos vías (ANDEVA) con la función `avov()`, para determinar si existía interacción entre tratamientos y fechas de muestreo. Y con la función `ggbetweenstats()` del paquete “ggstatsplot”, para el caso de la cobertura. En caso de encontrar diferencias significativas, se realizó una prueba de comparación de medias (Tukey) con la función `tukeyHSD()`, por tratamientos entre fechas de muestreo. En caso de que no se cumplieran los supuestos del análisis de varianza, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para muestras no paramétricas y una comparación por pares con DUNN.

RESULTADOS

Altura

Es notorio el efecto que tuvieron los tratamientos sobre este parámetro, donde sobresalen los tratamientos con enmienda, quienes fueron los que presentaron los valores más altos tanto a los 78 como a los 173 días después de la aplicación de los tratamientos. Mostrando todos ellos, diferencias significativas ($p < 0,05$) en relación con los tratamientos sin enmienda y el Control, mas no, entre ellos a los 78 días, siendo el Palín Mecánico+Enmienda el que presentó el valor más alto (50,08 cm). Este mismo tratamiento, pero sin enmienda presento la menor altura (30,66 cm), sin embargo, no difirió estadísticamente ($p > 0,05$) del Control que presentó una altura de 34,83 cm (Figura 2). Luego de 173 días todos los tratamientos redujeron su altura con respecto a los valores observados a los 78 días. Los tratamientos con enmienda mostraron un

patrón similar, el Palín Mecánico+Enmienda y Descompactador+Enmienda mostraron la mayor altura con 39,91 y 39,25 cm respectivamente (Figura 2). En este punto todos los tratamientos de solo labranza lograron superar la altura del control que presentó la menor altura, mostrando diferencia estadística con respecto a este, los tratamientos de Palín Mecánico y Subsolador.

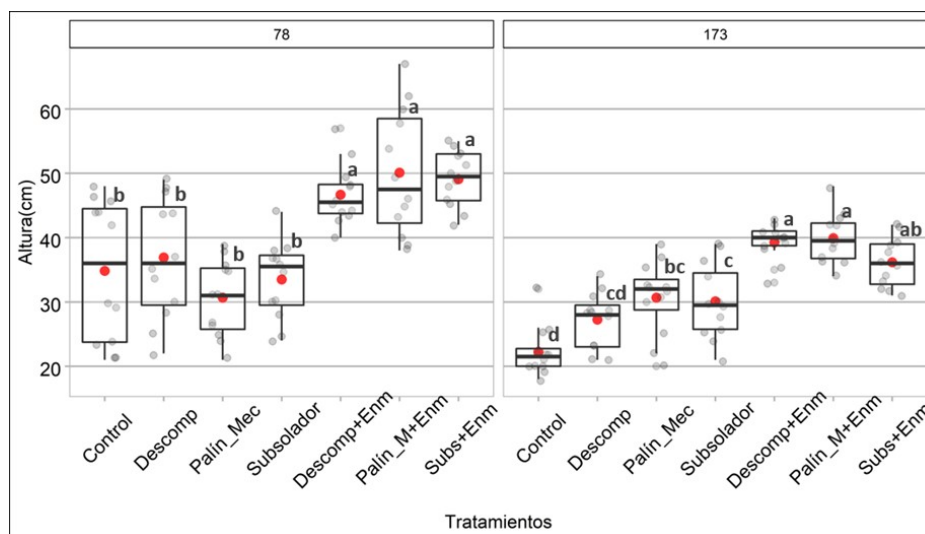


Figura 2.

Efecto la labranza mecanizada y enmiendas sobre la altura del pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.) a los 78 y 173 DDAT.

Subs: Subsolador; Enm: Enmienda; Palín_Mec o Palín_M: Palín mecánico; Descomp: Descompactador; 78 y 173 días después de la aplicación de los tratamientos.

Cobertura

Los datos de cobertura mostraron ausencia de normalidad y homogeneidad de la varianza, por lo que fueron analizados con una prueba de Kruskal-Wallis (prueba no paramétrica), realizando una comparación de las medianas con una prueba de Dunn para identificar diferencias significativas entre tratamientos. Los resultados muestran que los tratamientos de labranza más enmienda presentaron los porcentajes más altos de cobertura, siendo el Subsolador+Enmienda el que mostró el valor más alto con una mediana de 95,50 %, siendo significativamente distinto ($p < 0,05$) del Palín Mecánico, que fue el tratamiento con la menor cobertura (46 %) a los 78 días después de la aplicación de los tratamientos. Ninguno de los tratamientos resultó distinto estadísticamente ($p > 0,05$) del Control. A los 173 días, se observó un patrón similar, donde los tratamientos que incluían enmienda presentaron la mayor cobertura. El Palín Mecánico+Enmienda y Subsolador+Enmienda mostraron los mejores resultados con una mediana de 96 y 95 % respectivamente, siendo significativamente diferentes del Control ($p < 0,05$), que presentó los valores más bajos comparado incluso con los tratamientos sin enmienda (Figura 3). Sin embargo, ninguno de estos mostró ser significativamente distinto del Control.

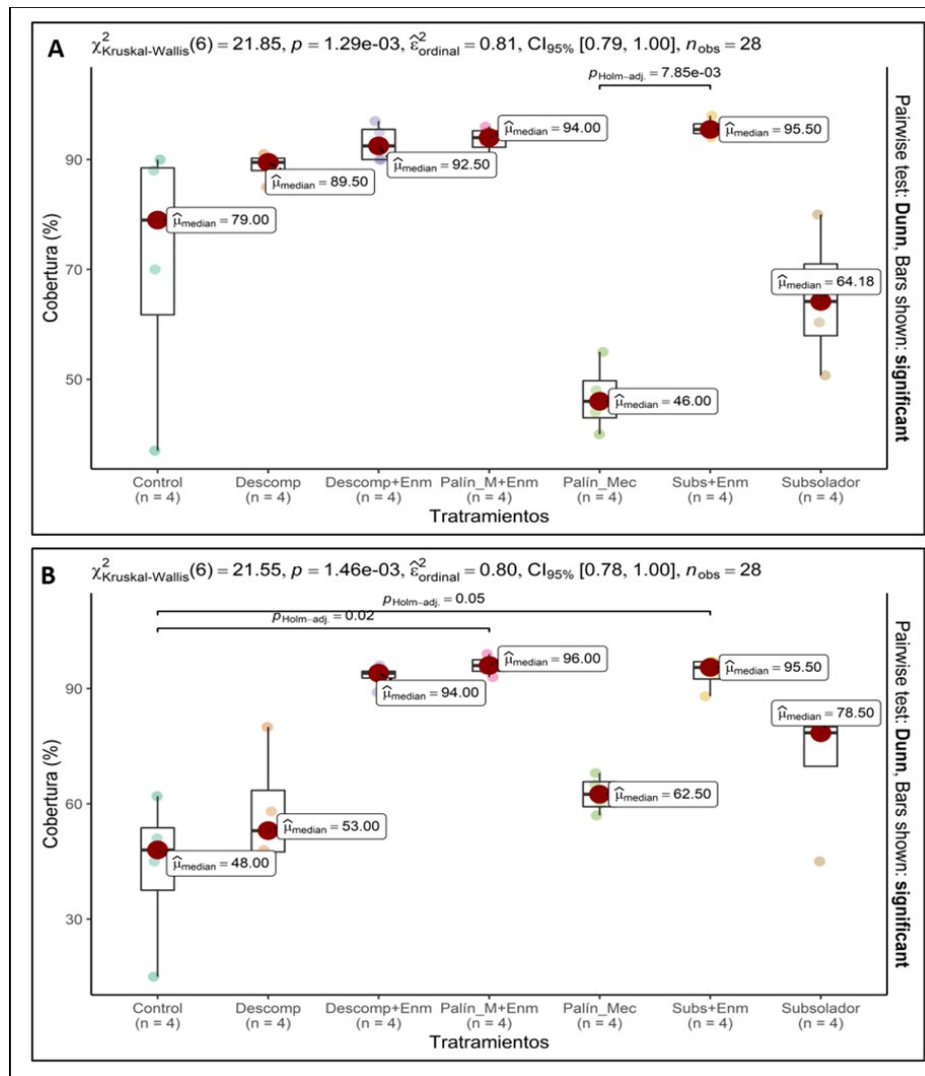


Figura 3.

Efecto de la labranza mecanizada y enmiendas sobre la cobertura del pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.) a los 78 y 173 DDAT.

A: efecto de los tratamientos sobre la cobertura a los 78 días; B: efecto de los tratamientos sobre la cobertura a los 173 días; Subs: Subsolorador; Enm: Enmienda; Palín_Mec o Palín_M: Palín mecánico; Descomp: Descompactador; Median: mediana

Producción y calidad nutricional del pasto

En cuanto a la producción de pacas por hectárea a los 78 días después de la aplicación de los tratamientos, es muy notable el efecto positivo de los tratamientos de labranza más enmienda. Todos mostraron ser ($p < 0,05$) superiores al Control, de los cuales el Subsolorador+Enmienda presentó la mayor producción potencial ($423,06 \pm 32,51$ pacas/ha), obteniendo más del doble de producción que el Control ($165 \pm 17,44$ paca/ha) y casi 5 veces más la producción obtenida con el Palín Mecánico ($84,81 \pm 10,24$ pacas/ha) que fue el tratamiento que mostró la menor producción, aunque este no fue distinto ($p > 0,05$) a los tratamientos sin

enmienda y el Control. Luego de 173 días se logró apreciar un comportamiento similar, donde los tratamientos con enmienda volvieron a mostrar la mayor producción potencial, en este caso el Palín Mecánico+Enmienda obtuvo los mayores valores ($268,97 \pm 26,57$ pacas/ha) y fue el único tratamiento significativamente distinto ($p < 0,05$) al Control (Cuadro 4).

Para el caso de la proteína cruda y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, los resultados muestran que los tratamientos no tuvieron influencia en estos parámetros, ya que no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre tratamientos en ninguno de los periodos de evaluación. Sin embargo, se observa una reducción relativa de la digestibilidad *in vitro* de la materia seca a los 173 días después de la aplicación de los tratamientos en relación con los valores observados a los 78 días (con edades de rebrote de 95 y 78 días respectivamente) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Efecto de la labranza y enmiendas sobre la producción y calidad nutricional del pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.) en dos momentos.

Cuadro 4.
Efecto de la labranza y enmiendas sobre la producción y calidad nutricional del pasto transvala *Digitaria decumbens* Stent en dos momentos

DDAT	Tratamientos	Pacas/ha	PC%	DIVMS%
78	Control	165±17,44d	10,32±0,45a	62,03±1,61a
	Descomp	191,11±31,67cd	9,18±0,54a	60,93±0,63a
	Descomp+Enm	316,53±10,36ab	10,45±0,61a	62,25±2,17a
	Palín_M+Enm	290,42±34,73bc	10,78±0,73a	61,08±0,66a
	Palín_Mec	84,81±10,24d	10,53±0,24a	61,85±1,6a
	Subs+Enm	423,06±32,51a	11,24±0,3a	62,95±1,34a
	Subsolador	114,03±19d	9,71±0,57a	64,5±1,44a
173	Control	139,36±35,60b	11,5±1,58a	53,1±2a
	Descomp	122,39±12,18b	12±1,17a	57,9±1,54a
	Descomp+Enm	216,79±10,61ab	10,5±0,75a	62,5±2,47a
	Palín_M+Enm	268,97±26,57a	11±0,68a	56,2±2,17a
	Palín_Mec	138,23±9,24b	12,3±1,26a	57,1±1,94a
	Subs+Enm	216,33±30,44ab	12,1±0,65a	56±1,39a
	Subsolador	154,09±12,94b	13,1±1,01a	54,3±3,08a

DDAT: días después de la aplicación de los tratamientos; Subs: Subsolador; Enm: Enmienda; Palín_Mec o Palín_M: Palín mecánico; Descomp: Descompactador; ha: hectárea; PC: proteína cruda; DIVMS: digestibilidad *in vitro* de la materia seca; ±: error estándar.

DISCUSIÓN

En términos productivos, la altura de la planta es un indicador de rendimientos de los pastos con una correlación positiva con la biomasa vegetal, que junto con la cobertura son parámetros que sustentan la evaluación de la producción de forraje (Freeman *et al.*, 2007). La respuesta del pasto a los tratamientos de labranza mostró resultados positivos incrementando la altura y la cobertura vegetal, sobre todo en los tratamientos de labranza + enmienda tanto a los 78 como a los 173 días después de la aplicación de los

tratamientos. Según Osuna-Ceja *et al.* (2006) el crecimiento aéreo de las plantas esta intrínsecamente relacionado con su desarrollo radicular, por lo que en suelos que expresen propiedades físicas y químicas deficientes que limiten el crecimiento de la raíz como la mayoría de Ultisoles (West *et al.*, 1997; Alvarado *et al.*, 2014b; Medina M., 2016; dos Santos D. R. *et al.*, 2018; García, 2015), la labranza se vuelve una alternativa de mejora para la producción vegetal. Por lo que la calidad del suelo determina en gran medida el crecimiento de los forrajes, que junto con la época y el patrón de lluvias definen su producción (Angulo-Arroyave & Rosero-Noguera, 2018).

Por su parte, el encalado favorece la respuesta de los cultivos como resultado de la neutralización del Al³⁺, H⁺, y/o Mn²⁺ y a su vez, por el incremento del contenido de bases del suelo (Kamprath, 1984), que junto a la fertilización orgánica contribuyen a la mejora de las propiedades del suelo y por ende el crecimiento de los cultivos (Demuner-Molina *et al.*, 2014). Nuestros resultados son consistentes con lo reportado por Estrada Álvarez (2002) en su estudio sobre producción de pastos, en el cual determino que los sistemas de labranza que garantizan una mejora en la calidad física del suelo, permiten el mejoramiento en las condiciones de crecimiento de los pastos tropicales. Así mismo, Ramírez Pedroso *et al.* (2021), al evaluar el efecto del encalado sobre el crecimiento del pasto *Brachiaria (Brachiaria sp)* en un suelo ácido de baja fertilidad, concluyeron que, al mejorar el estado nutricional y el contenido de calcio en el suelo por efecto de la cal, el crecimiento y producción de pasto se vio favorecido significativamente y que su efecto se mantuvo durante los dos primeros años. Cuyos incrementos son apreciados incluso en especies tolerantes a la acidez (Biazatti *et al.*, 2020). Sin embargo, la calidad y naturaleza del material encalante, son factores de los cuales depende la residualidad de estos efectos sobre la producción de forraje (Li *et al.*, 2019).

La producción de pacas por hectárea favorecida por los tratamientos de labranza más enmienda en ambos periodos de evaluación, se debe a que, en suelos con valores bajos de bases (Miller, 1983), la aplicación de mejoradores como la cal incrementan la concentración de estos elementos en el suelo (Santos *et al.*, 2016). Que junto con la aplicación de composta impulsa procesos biológicos, químicos y físicos, cuya interacción y sinergia promueven la mejora del suelo y la producción de biomasa vegetal (Zhang *et al.*, 2019) al actuar como aportadores de nutrimentos directos e indirectos para las plantas (Demuner-Molina *et al.*, 2014). Éstos resultados concuerdan con Zhang *et al.* (2019), quienes determinaron que la aplicación de fertilizantes orgánicos estimula el desarrollo radicular y la biomasa vegetal. De igual manera, Olego *et al.* (2021) al evaluar la aplicación de una enmienda calcárea en un suelo ácido, obtuvieron incrementos en la producción de biomasa en un cultivo de centeno (*Secale cereale*), en ambos casos por una mayor disponibilidad de nutrientes en el suelo. Por lo que la aplicación conjunta de cal y abono orgánico incrementa la producción de forraje no solamente en la primera cosecha luego de su aplicación, sino que también en el segundo y tercer ciclo de cosecha (Islam *et al.*, 2021).

La calidad nutricional del pasto en relación a la proteína cruda y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca y la cero diferencia entre tratamientos, podría estar directamente relacionado a la edad del pasto. De acuerdo con Morales, Acuña y Cruz (2006) y Roncallo *et al.* (2012), las gramíneas forrajeras como el pasto Transvala, son capaces de mantener las características nutricionales, hasta los 45 días después del rebrote, a partir de este periodo se reduce significativamente la calidad. Sin embargo, la proteína cruda mantuvo valores muy por encima del 5%, que es el punto crítico de mínimo requerimiento de este parámetro en pastos tropicales, capaz de satisfacer la necesidad alimenticia del ganado (Poppi & McLennan, 1995). Por lo que 78 y 95 días desde el rebrote (tiempo de la primera y segunda evaluación respectivamente) permite una mayor producción de biomasa, pero una reducción de la calidad nutricional del pasto (Angulo-Arroyave & Rosero-Noguera, 2018). Lo cual podría tener un efecto negativo en términos de alimentación del ganado, puesto que otros parámetros como la fibra detergente neutra tienden a incrementar con el tiempo, causando en el rumiante menor consumo por ocasionar sensación de saciedad (Morales *et al.*, 2018) y que el suministro de nitrógeno

para el animal proviene principalmente de los valores de proteína que el material contenga (Capstaff & Miller, 2018). En ese sentido, varios estudios han obtenido como resultado, que existe una relación inversa entre producción de biomasa y calidad nutricional del pasto con el paso del tiempo, en función de la digestibilidad y la proteína cruda (Ramírez *et al.*, 2005; Lara Mantilla *et al.*, 2010). A su vez, resultados similares fueron obtenidos por Villamar Moreira (2022) que al suministrar bioles bovinos al suelo no lograron observar cambios en la calidad de pasto saboya (*Megathyrsus maximus*).

CONCLUSIONES

Los tratamientos de solo labranza al ser aplicados sobre el pasto ya establecido y no contar con una enmienda que estimule su recuperación en el corto periodo de tiempo, no mostraron resultados favorables en la producción de pasto transvala (*Digitaria decumbens* Stent.) en las condiciones de suelo en las que llevó a cabo el estudio.

Los tratamientos de labranza en conjunto con la aplicación de cal y compost, incrementaron significativamente la producción de pasto, alcanzando incluso a duplicar la producción.

La calidad nutricional del pasto transvala no fue alterada por los tratamientos aplicados en este estudio, luego de 78 y 95 días de rebrote (78 y 173 días después de la aplicación de los tratamientos respectivamente).

Declaraciones

Fondos: Este estudio fue financiado y apoyado por el Centro de Investigaciones Agronómicas-Laboratorios de Recursos Naturales (CIA-UCR), Centro de Investigación en Nutrición Animal, Sistema de estudios de Posgrado-UCR, Servicio Alemán de Intercambio Académico

Conflicto de intereses: Los autores no tienen intereses financiero y no financieros que declarar

Cumplimiento de estándares éticos: No aplica

Contribuciones de autor: RCMF, SAC y JALS: Borrador original, redacción, conceptualización, metodología. RCMF, RWCJ, RMC y CB: Revisión y Edición, supervisión, análisis de datos

Disponibilidad de datos: Los conjuntos de datos analizados en el presente estudio pertenecen a un cuestionario y no son de acceso público, pero están disponibles a través del autor correspondiente previa solicitud razonable.

BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, A., Mata, R. & Chinchilla, M. (2014). Arcillas identificadas en suelos de Costa Rica a nivel generalizado durante el período 1931-2014: II. Mineralogía de arcillas en suelos con características vérticas y oxidíco caolíníticas. *Agronomía Costarricense*, 38(1), 107-131.
- Angulo-Arroyave, R. & Rosero-Noguera, R. (2018). Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum*-Forssk-Stapf) para la producción de heno en La Dorada (Caldas). *Revista de Producción Animal*, 30(2), 12-17.
- Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (1991). Methods of analysis. Washington D.C., USA: AOAC, Inc.
- Baker, C. J., Saxton, K. E., Ritchie, W. R., Chamen, W. C., Reicosky, D. C., Ribeiro, M. F. y Hobbs, P. R. (2008). *Siembra con labranza cero en la agricultura de conservación*. Zaragoza-España: FAO-ACRIBIA, S.A.
- Biazatti, R. M., Bergamin, A. C., Ferreira, W. S., Ferreira, E., Souza, F. R. de, Almeida, P. M. & Dias, J. R. M. (2020). Fitomassa do Capim-Braquiária e atributos químicos de um latossolo sob compactação induzida e doses de calcário / Phytomass of Brachiaria and chemical attributes of a latossil under induced compaction and doses of limestone. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), Art. 8.
- Bol, R. (2010). Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland system - a technical Report on grassland management and climate change mitigation. *The Journal of Agricultural Science*, 148(6), 735-736. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000468>
- Camacho, M. E., Mata, R., Forsythe, W., Camacho, M. E., Mata, R. & Forsythe, W. (2015). Labranza mecanizada de pasturas mediante tres implementos en un ultisol y sus implicaciones físicas e hidropedológicas. *Agronomía Costarricense*, 39, 101-115. <https://doi.org/10.15517/rac.v39i3.21812>
- Capstaff, N. M. & Miller, A. J. (2018). Improving the Yield and Nutritional Quality of Forage Crops. *Frontiers in Plant Science*, 9, art. 535
- Demuner-Molina, G., Cadena-Zapata, M., Campos-Magaña, S. G., Zermeño-González, A. & Sánchez-Pérez, F. de J. (2014). Efecto de labranza y mejoradores de suelo en humedad y desarrollo radicular. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2), 123-130.
- dos Santos, D. R., Tiecher, T., Gonzatto, R., Santanna, M. A., Brunetto, G. & da Silva, L. S. (2018). Long-term effect of surface and incorporated liming in the conversion of natural grassland to no-till system for grain production in a highly acidic sandy-loam Ultisol from South Brazilian Campos. *Soil and Tillage Research*, 180, 222-231. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.03.014>
- Estrada Alvarez, J. (2002). Pastos y forrajes para el trópico colombiano. Editorial Universidad de Caldas. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Pastos+y+forrajes+para+el+tro+CC%81pico+colombiano&author=Estrada+Alvarez%2C+Julia%CC%81n.&publication_year=2002
- Freeman, K. W., Girma, K., Arnall, D. B., Mullen, R. W., Martin, K. L., Teal, R. K. & Raun, W. R. (2007). By-Plant Prediction of Corn Forage Biomass and Nitrogen Uptake at Various Growth Stages Using Remote Sensing and Plant Height. *Agronomy Journal*, 99(2), 530-536. <https://doi.org/10.2134/agronj2006.0135>
- García, R. (2015). Efecto de sistemas de labranza en propiedades físicas del suelo y desarrollo radicular del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). *Rev. del Instituto de Investigación (RIIGEO), FIGMMG-UNMSM*, 18(35), 109-113.

- García, R. (2015). Efecto de sistemas de labranza en propiedades físicas del suelo y desarrollo radicular del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.). *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, 18(35), Art. 35.
- Islam, M. R., Jahan, R., Uddin, S., Harine, I. J., Hoque, M. A., Hassan, S., Hassan, M. M., & Hossain, M. A. (2021). Lime and Organic Manure Amendment Enhances Crop Productivity of Wheat-Mungbean-T. Aman Cropping Pattern in Acidic Piedmont Soils. *Agronomy*, 11(8), Art. 8. <https://doi.org/10.3390/agronomy11081595>
- Kamprath, E. J. (1984). Crop response to lime on soils in the tropics. *Soil acidity and liming*, 12, 349-368. <https://doi.org/10.2134/agronmonogr12.2ed.c9>
- Kendall, C., Leonardi, C., Hoffman, P. C. & Combs, D. K. (2009). Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. *Journal of Dairy Science*, 92(1), 313-323. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1482>
- Lara Mantilla, C., Oviedo Zumaqué, L. E., & Betancur Hurtado, C. A. (2010). Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton). *Zootecnia Tropical*, 28(2), 275-282.
- Li, Y., Cui, S., Chang, S. X. & Zhang, Q. (2019). Liming effects on soil pH and crop yield depend on lime material type, application method and rate, and crop species: A global meta-analysis. *Journal of Soils and Sediments*, 19(3), 1393-1406. <https://doi.org/10.1007/s11368-018-2120-2>
- Medina M., C. (2016). Effects of soil compaction by trampling of animals in soil productivity. Remediations. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECLA*, Art. 88. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n1.2016.229>
- Miller, B. J. (1983). Chapter 8 Ultisols. In *Developments in Soil Science* 11, 283-323. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0166-2481\(08\)70619-6](https://doi.org/10.1016/S0166-2481(08)70619-6)
- Montanari, R., Lima, E. de S., Lovera, L. H., Godoy, L. T. R., Henrique, A. F. & Dalchiavon, F. C. (2013). Correlación de la productividad de un forraje con las propiedades físicas de un Ultisol en Aquidauana. *Revista Ceres*, 60, 102-110. <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2013000100015>
- Morales, E. B., Sánchez, J. B., León, R., Aguas, S. B. & Mohiddin, J. (2018). Evaluación del pasto miel (*Setaria sphacelata*) por efecto de la fertilización y enmienda química, en noroccidente, Pichincha-Ecuador. *Ciencia*, 20(2), Art. 2. <https://doi.org/10.24133/ciencia.v20i2.1210>
- Morales J., Acuña V. y Cruz A. (2006). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y valor nutritivo del pasto transvala (*Digitaria decumbens* cv. Transvala) para henificación, bajo condiciones de riego. *Alcances tecnológicos*, 4(1), 45-51. <https://doi.org/10.35486/at.v4i1.114>
- Núñez, A. (2013). Métodos de investigación científica y técnica aplicada a ingeniería de telecomunicación (notas de curso) Tema 3; Diseño de experimentos Diseño de bloques al azar. Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.
- Olego, M. Á., Quiroga, M. J., Mendaña-Cuervo, C., Cara-Jiménez, J., López, R. & Garzón-Jimeno, E. (2021). Long-Term Effects of Calcium-Based Liming Materials on Soil Fertility Sustainability and Rye Production as Soil Quality Indicators on a Typic Palexerult. *Processes*, 9(7), Art. 7. <https://doi.org/10.3390/pr9071181>
- Osuna-Ceja, E. S., Figueroa-Sandoval, B., Oleschko, K., Flores-Delgadillo, M. de L., Martínez-Menes, M. R., González-Cossío, F. V., Osuna-Ceja, E. S., Figueroa-Sandoval, B., Oleschko, K., Flores-Delgadillo, M. de L., Martínez-

- Menes, M. R. & González-Cossío, F. V. (2006). Efecto de la estructura del suelo sobre el desarrollo radical del maíz con dos sistemas de labranza. *Agrociencia*, 40(1), 27-38.
- Piedra Quesada, V. (2017). División territorial administrativa de la República de Costa Rica. San José: Imprenta Nacional.
- Poppi, D. P. & McLennan, S. R. (1995). Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *Journal of Animal Science*, 73(1), 278-290. <https://doi.org/10.2527/1995.731278x>
- Ramírez Pedroso, J. F., González Cañizares, P. J., Rivera Espinosa, R., Hernández Jiménez, A., Ramírez Pedroso, J. F., González Cañizares, P. J., Rivera Espinosa, R. & Hernández Jiménez, A. (2021). Respuesta al encalado de pastos del género *Urochloa*, cultivados en la región Sabana de Manacas, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(2).
- Ramírez, R. G., González-Rodríguez, H., García-Dessommes, G. & Morales-Rodríguez, R. (2005). Seasonal trends in chemical composition and digestion of *Dichanthium annulatum* (Forssk.) Stapf. *Journal of Applied Animal Research*, 28(1), 35-40. <https://doi.org/10.1080/09712119.2005.9706784>
- Roncillo, B., Sierra, A. M. & Castro, E. (2012). Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidad composicional y producción de leche en el Caribe seco. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(1), Art. 1. https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num1_art:242
- Santos, M., de Oliveira Castro, Y., Marques, R., Débora, R., Godoy, M. & Patrícia, N. (2016). Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. *Pubvet*, 10, 1-12. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n1.1-12>
- Serrano, J., Shahidian, S., Marques Da Silva, J., Sales-Baptista, E., Ferraz De Oliveira, I., Lopes De Castro, J., Pereira, A., Cancela De Abreu, M., Machado, E. & Carvalho, M. de. (2018). Tree influence on soil and pasture: Contribution of proximal sensing to pasture productivity and quality estimation in montado ecosystems. *International Journal of Remote Sensing*, 39(14), 4801-4829. <https://doi.org/10.1080/01431161.2017.1404166>
- Solano, J. & Villalobos, R. (2012). Regiones y Subregiones Climáticas de Costa Rica. San José: Instituto Meteorológico Nacional
- Tecnológicos, A. (2019). La Industrialización del heno de alta calidad en Costa Rica. *Alcances Tecnológicos*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.35486/at.v4i1.107>
- Villamar Moreira, J. P. (2022). Efectos del biol bovino en rendimientos de biomasa verde y valores nutricionales del pasto saboya (*Megathyrsus maximus*) [BachelorThesis, Calceta: ESPAM MFL]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1881>
- West, L. T., Beinroth, F. H., Sumner, M. E. & Kang, B. T. (1997). Ultisols: Characteristics and Impacts on Society. En D. L. Sparks (Ed.), *Advances in Agronomy*, 63, 179-236. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60244-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60244-8)
- Zhang, J., Bei, S., Li, B., Zhang, J., Christie, P. & Li, X. (2019). Organic fertilizer, but not heavy liming, enhances banana biomass, increases soil organic carbon and modifies soil microbiota. *Applied Soil Ecology*, 136, 67-79. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.12.017>



Disponible en:

<http://portal.amelica.org/ameli/journal/394/3944609014/3944609014.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe,
España y Portugal
Modelo de publicación sin fines de lucro para conservar la
naturaleza académica y abierta de la comunicación científica

R. C. Medina Flores, J. A. Leiva Sanabria, R. Mata Chinchilla,
C. Barboza, R. WingChing-Jones, S. R. Acuña Chinchilla
**Evaluación de la labranza mecanizada y enmiendas sobre
la producción de pasto transvala (*Digitaria decumbens*
Stent.) y su calidad nutricional en San Mateo de Alajuela,
Costa Rica**

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
vol. 9, núm. 18, p. 2220 - 2237, 2023
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León,
Nicaragua
conrado.quiroz@ev.unanleon.edu.ni

ISSN-E: 2410-7980

DOI: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v9i18.18440>

**Copyright © 2023 Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua León.
(UNAN-León). Area de Conocimiento de Ciencias Agrarias
y Veterinarias/ Area Especifica de Agroecología/Centro de
Investigacion en Bioeconomía y Cambio climatico
(CIByCC).**



CC BY-NC-SA 4.0 LEGAL CODE

**Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional.**