

Selección de leguminosas forrajeras como abono verde para sistemas doble propósito en el caribe seco

Selection of forage legumes as green manure for dual purpose systems in the dry Caribbean

Edwin Castro-Rincón¹ ; Andrea Sierra Alarcón¹ ; Esteban Burbano-Eraza¹ 
Guillermo A Brochero-Aldana¹ ; Juan L Cardona-Iglesias¹ ; José E Mojica-Rodríguez¹ 

¹Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), Centro de Investigación Obonuco, Pasto, Colombia.

*Correspondencia. ecastro@agrosavia.co

Recepción: 25 febrero 2023 | Aprobación: 18 diciembre 2023 | Publicación: 1 febrero 2024

RESUMEN

Se evaluó la producción de biomasa, la calidad nutricional y grado de preferencia de 10 leguminosas forrajeras fijadoras de nitrógeno para determinar la viabilidad de ser usadas como abono verde. El trabajo se realizó en el Centro de Investigación Motilonia y en la finca Salguero localizadas en el municipio Agustín Codazzi y Valledupar respectivamente. Se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones en cada localidad; las variables de respuesta en cada finca se sometieron a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias Tukey y para evaluar el grado de preferencia se realizó un análisis de componentes principales. Se observaron diferencias ($p < 0.05$) entre las especies de leguminosas en el contenido de materia seca (MS) y la producción de forraje verde (FV). En el C.I Motilonia el contenido de MS fue mayor en la especie *Centrosema molle* con un 27.1%, pero la leguminosa *Vigna unguiculata* LCP 26 presentó la mayor producción con 3.628 kg de MS ha⁻¹ y en la localidad de Salguero el mayor contenido y producción de MS lo presentó la *Vigna unguiculata* LCP 26 con 38.2% de MS y 6.305 kg de MS ha⁻¹ respectivamente; se presentaron diferencias ($p < 0.05$) en el contenido de proteína y calcio, siendo mayor en la *Clitoria ternatea*, en *Canavalia ensiformis* y *Lablab purpureus* con 23.2 y 4.8% respectivamente. Lo anterior, concuerda con la preferencia por parte de los productores para las leguminosas con mayor producción y calidad nutricional.

Palabras clave: Biomasa; calidad nutricional; fijación de nitrógeno; grado de preferencia; materia seca; producción.

ABSTRACT

Biomass production, nutritional quality and degree of preference of 10 nitrogen-fixing forage legumes were evaluated in order to determine the viability to be used as green manure. The work was carried out at the Motilonia Research Center and at the Salguero farm located in the Agustín Codazzi and Valledupar municipalities, respectively. A completely randomized design with three replications in each location was used; the response variables in each farm were subjected to an analysis of variance and a Tukey mean comparison test, and a combined analysis was performed to evaluate the response consistency of the legumes. Significant differences were observed between legume species in dry matter content (DM) and green forage production (FV). In C.I Motilonia, the DM content was higher in the *Centrosema molle* species with 27.1%, but the legume *Vigna unguiculata* LCP 26 presented the highest production with 3.628 Kg DM ha⁻¹ and in the locality of Salguero the highest content and DM production was presented by *V. unguiculata* LCP 26 with 38.2% of DM and 6.305 kg of DM ha⁻¹ respectively; There were significant differences ($p < 0.05$) in protein and calcium content, being higher in *Clitoria ternatea* and in *Canavalia ensiformis* and *Lablab. purpureus* with 23.2% and 4.8% respectively. This coincides with the preference by producers for legumes with higher production and nutritional quality.

Keywords: Biomass; nutritional quality; nitrogen fixation; degree of preference; dry matter; production.

Como citar (Vancouver).

Vecino-Rondon U, Martínez-López J, Cánova-Herrandiz A, Castro-Lizazo I, Echevarría-Quintana J, Betancourt-Bagué T. Selección de leguminosas forrajeras como abono verde para sistemas doble propósito en el caribe seco. Rev Colombiana Cienc Anim. Recia. 2024; 16(1):e972. <https://doi.org/10.24188/recia.v16.n1.2024.972>

Publicado por la Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA, bajo los términos de la licencia 

ISSN: 2027-4297

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de ganadería doble propósito, constituyen una de las actividades económicas más importantes en la región Caribe, específicamente en la microrregión del Valle del Cesar (1). Entre los impactos generados por la sequía se encuentra la baja productividad lechera de las ganaderías, especialmente en la región del caribe colombiano; debido a la disminución en las condiciones corporales por la baja disponibilidad de agua y forraje para alimentar al ganado. En 2015, las muertes por efectos de la sequía ascendieron a 2.782 cabezas como consecuencias de la falta de alimentación o de agua (2)

Lo anterior, ha puesto a los productores en la búsqueda de alternativas que mejoren la producción de forraje durante la época seca; una de las más utilizadas es el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, debido a que el nitrógeno es uno de los elementos más limitantes para la producción de biomasa (3). Sin embargo, su uso indiscriminado ha provocado no solo un aumento en los costos de producción sino también un deterioro de las condiciones fisicoquímicas del suelo (4), empeorando aún más la situación; lo que ha generado la necesidad de buscar alternativas sostenibles en el tiempo.

El uso de abonos verdes (AV) aunque ha sido una práctica poco común en nuestro medio se presenta como una alternativa viable por tener ventajas comparativas. Los AV mantienen, mejoran y restauran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; permite que el suelo se enriquezca en nitrógeno a través mediante la fijación biológica y hace que se absorba con mayor eficiencia el P disponible en el suelo, además de otros nutrientes (5), lo que puede reemplazar total o parcialmente la fertilización química mejoran la fertilidad del suelo por dos vías: por fijación de nitrógeno y producción de materia orgánica (6).

Por otro lado, promover su implementación en sistemas ganaderos trae consigo una serie de beneficios en la alimentación de los rumiantes, debido a que mejora el consumo voluntario de materia seca y el aprovechamiento de los recursos fibrosos, ocasionando mejoras en la producción de leche. Además, enriquece en suelo especialmente con nitrógeno, mejora la estructura, evita la erosión y estimula la actividad biológica y mejora las condiciones para la protección fitosanitaria natural favoreciendo la llegada de organismo benéficos (7). Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la producción de biomasa, la calidad nutricional y grado de preferencia de 10 leguminosas forrajeras fijadoras de nitrógeno para trópico seco, con el fin de determinar la viabilidad para ser usadas como abono verde en producción de cultivos forrajeros para sistemas ganaderos doble propósito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio. Centro de Investigación Motilonia de AGROSAVIA, localizado en el municipio de Agustín Codazzi en el departamento de Cesar, ubicado a 10° 11' latitud Norte y 73° 15' longitud Oeste con una altitud de 160 msnm y en la finca Salguero (propiedad del señor Enrique Orozco), localizado en el municipio de Valledupar, ubicada a 10°23' 209" Latitud Norte y 73° 13' 233" longitud Oeste, con una altitud de 130 msnm.

Tratamientos y diseño experimental. Se evaluaron 10 leguminosas *Centrosema molle* Mart. ex Benth, *Vigna unguiculata* (LCP 26), *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth, *Clitoria ternatea* L, *Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth, *Canavalia ensiformis* (L), *Lablab purpureus* L. Sweet, *Vigna unguiculata* L. Walp cv Capizuna, *Vigna unguiculata* (5234), *Vigna unguiculata* (9611) categorizadas como anuales, bianuales y perennes; en dos localidades durante dos ciclos; el primero fue sembrado al finalizar la época lluviosa del primer semestre del año 2012 (mes de mayo) y el segundo ciclo se estableció al finalizar la época lluviosa del segundo semestre del año 2012 (mes de octubre). Cada parcela experimental consistió en 7 surcos de 3 m de longitud separados a 50 cm entre sí; la distancia de siembra dentro del surco fue 30 cm. Cada parcela fue de 6 m² (2 m x 3 m), con 1 m entre calles y 2 m entre repeticiones. Se empleó un diseño completamente al azar con tres repeticiones en cada localidad; las variables de respuesta en cada finca se sometieron a un análisis de varianza y prueba Tukey para comparación de medias (8) y para evaluar la consistencia de respuesta de las leguminosas a través de las fincas se realizó un análisis combinado incluyendo a las fincas como variable.

Por otro lado, se realizó una selección de las leguminosas provenientes de la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT y de la Unidad de Semillas de CORPOICA de Centro de Investigación Motilonia mediante la calificación participativa de pequeños y medianos productores de la región teniendo en cuenta el vigor (V), la resistencia a la sequía (RS), la producción de forraje verde (FV), altura de la planta (HA), hábito de crecimiento (HC), color (COLOR) y resistencia a plagas y enfermedades (RPE). Del mismo, modo se evaluó el grado de preferencia de los productores hacia las leguminosas. Se realizó un análisis de componentes principales (PCA) en el programa estadístico R-Project (8) usando la library FactoMineR (9) para identificar los criterios o atributos de las plantas de mayor importancia para los productores (10,11)

Variabes evaluadas. Se evaluó la cobertura en 5 sitios fijos, la producción de FV cada 15 días, la producción de materia seca (MS) y la población de malezas utilizando marcos de 0.25 m² (12). Se tomaron muestras de forraje que fueron secadas en un horno a 60°C y enviadas al laboratorio de nutrición animal en Turipaná a las cuales se le analizó: Proteína cruda (PC) (13), fibra detergente neutra (FDN) (14) y fibra detergente acida FDA (15), digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) (16) y el contenido nitrógeno (N), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K). La presencia de plagas y enfermedades se evaluó mediante observaciones, usando una escala de 1 a 4, siendo 1 sin afecciones y 4 severamente afectado.

El grado de preferencia de leguminosas por parte de los productores se evaluó con una participación de 21 productores provenientes del área de influencia del ensayo (municipios de Valledupar, La Paz, San Diego y Agustín Codazzi); la selección participativa se realizó según criterios previamente definidos frente a la técnica de ranking por preferencia (17) y sobre las características de cada uno de los materiales que se encontraban en la evaluación, permitiendo de esta manera, a los investigadores comprender los patrones de preferencia de los productores y la manera de escoger entre alternativas de forrajes; se evaluaron características morfológicas como lo son V, RS, BIOMASA, HA, HC, COLOR y RPE.

Los productores evaluaron las parcelas en la fase de establecimiento y durante la época de bajas precipitaciones; los formatos utilizados para la evaluación participativa fueron: 1) Evaluación abierta para hacer el sondeo inicial de los criterios de los productores cuando evalúan la tecnología, 2) Evaluación absoluta para calificar cuantitativamente las tecnologías, el rango de calificación utilizado fue de 1 a 5, siendo 1 la calificación más baja, y 5 la mejor calificación, y 3) ordenamiento entre varias alternativas, donde el productor escribe las opciones en orden de preferencia y la razón de las mismas (18).

RESULTADOS

Producción de Biomasa. Teniendo en cuenta que las leguminosas fueron evaluadas durante dos ciclos consecutivos, sembradas al finalizar el primer y segundo periodo de lluvias del año 2012 (últimas semanas de los meses de mayo y octubre), los resultados revelaron que no se presentaron diferencias por ciclo de evaluación ($p \leq 0.05$) para aquellas que fueron evaluadas en el C.I Motilonia (Tabla 1).

Tabla 1. Contenido de Materia Seca (MS) y producción de forraje verde (FV) de las leguminosas evaluadas en C. I. Motilonia.

Leguminosas	MS (%)	Kg FV. ha ⁻¹	Kg MS. ha ⁻¹
<i>Centrosema molle</i>	27.1 ^a	5.607 ^d	1.479 ^{cd}
<i>Vigna unguiculata</i> LCP 26	21.8 ^{ab}	16.584 ^{abc}	3.628 ^{ab}
<i>Pueraria phaseoloides</i>	21.4 ^{abc}	7.142 ^{cd}	1.510 ^{cd}
Maleza	19 ^{bcd}	4.791 ^d	832,3 ^d
<i>Clitoria ternatea</i>	18.9 ^{bcd}	10.411 ^{bcd}	1.943 ^{cd}
<i>Canavalia brasiliensis</i>	18.4 ^{bcd}	13.175 ^{abcd}	2.413 ^{abcd}
<i>Canavalia ensiformis</i>	17.5 ^{bcd}	20.854 ^a	3.687 ^a
<i>Lablab purpureus</i>	16.5 ^{bcd}	11.797 ^{abcd}	1.959 ^{bcd}
<i>Vigna Ungiculata</i> capizuna	13.9 ^{cde}	19.420 ^{ab}	2.691 ^{abc}
<i>Vigna unguiculata</i> (5234)	11.5 ^{de}	17.419 ^{ab}	2.123 ^{abcd}
<i>Vigna unguiculata</i> (9611)	10.8 ^e	13.705 ^{abcd}	1.499 ^{cd}
Valor-P	<0.0001	<0.0001	<0.0001
Ciclo	0.2608	0.1281	0.1871

*Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$), según prueba de Tukey.

En cuanto al contenido de materia seca y la producción de biomasa se presentaron diferencias ($p < 0.0001$). El contenido de MS fue mayor en la especie *C. molle*, presentando 27.1% de MS, frente a la leguminosa *V. unguiculata* 9611, la cual presentó 10.8% de MS y las leguminosas con mayor producción de MS fueron *V. unguiculata* cv Capizuna seguida por *C. brasiliensis* con una producción de 2691 y 2413 kg de MS respectivamente. Por otro lado, la leguminosa *C. ensiformis* presentó la mayor producción de forraje verde con 20.854 kg de FV.ha⁻¹, seguida por la leguminosa *V. unguiculata* cv Capizuna con 19.420 Kg FV.ha⁻¹; entre tanto, las menores producciones de FV se presentaron en *P. phaseoloides*, *C. molle* y el tratamiento denominado "maleza" (vegetación natural) con producciones de 7.142, 5.607 y 4.791 g de FV.ha⁻¹, respectivamente.

En el caso de las leguminosas evaluadas en la localidad de Valledupar en la finca Salguero se observó que el ciclo presentó efectos sobre las características generales de los tratamientos ($p < 0.05$). De igual forma, es posible afirmar que los contenidos de MS, las producciones de FV y MS, presentó diferencias ($p < 0.05$) como se puede apreciar en la Tabla 2. El mayor contenido de MS, lo presentó la *V. unguiculata* LCP 26 con 38.2% de MS, en comparación con el tratamiento denominado “maleza” (vegetación natural o arvenses) que presentó el menor contenido con el 11.7% de MS. El rendimiento en términos de FV por hectárea fue mayor en el tratamiento denominado “maleza” (vegetación natural); se resalta que este rendimiento fue igual ($p < 0.05$) al obtenido por la *V. unguiculata* cv 1088-4, *V. unguiculata* cv capizuna, *V. unguiculata* CV 9611 y *L. purpureus* con una producción de 25.327, 24.938, 24.180, 24.180 y 21.416 kg FV. ha⁻¹, respectivamente. Sin embargo, a pesar de que presentaron la mayor producción de FV, la mayor producción de materia seca se presentó en las leguminosas *V. unguiculata* LCP 26 y en *V. unguiculata* cv capizuna con una producción de 6.305 y 5.749 Kg FV. ha⁻¹, respectivamente como se puede apreciar en la Tabla 2

Tabla 2. Contenido de Materia Seca, y producción de Biomasa de las leguminosas evaluadas en La Finca Salguero (municipio de Valledupar)

	Leguminosas	MS (%)	Kg FV. ha ⁻¹	Kg MS. ha ⁻¹
Tratamiento	<i>Vigna unguiculata</i> LCP 26	38.2 ^a	16.613 ^{ab}	6.305 ^a
	<i>Vigna unguiculata</i> (5234)	23.9 ^{bc}	19.449 ^a	4.167 ^{ab}
	<i>Vigna unguiculata</i> capizuna	23.7 ^{bc}	24.180 ^a	5.749 ^a
	<i>Lablab purpureus</i>	22.6 ^{bc}	21.416 ^a	4.566 ^{ab}
	<i>Canavalia brasiliensis</i>	20.0 ^{bc}	16.816 ^{ab}	3.365 ^{ab}
	<i>Clitoria ternatea</i>	19.4 ^{bc}	19.429 ^a	3.706 ^{ab}
	<i>Pueraria phaseoloides</i>	19.3 ^{bc}	17.294 ^a	2.371 ^{ab}
	<i>Vigna unguiculata</i> (9611)	18.0 ^{bc}	24.180 ^a	4.171 ^{ab}
	<i>Vigna unguiculata</i> 1088-4	16.1 ^{bc}	24.938 ^a	3.996 ^{ab}
	Maleza	11.7 ^c	25.327 ^a	3.179 ^{ab}
	Valor-P	<0.0001	0.0195	0,0152
Ciclo	1(Primer semestre 2012)	19.8 ^b	23182 ^a	3246.1 ^b
	2(Segundo semestre 2012)	29.7 ^a	15595 ^b	4542.1 ^a
	Valor-P	<0.0001	0.0072	0.0194

*Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$), según prueba de Tukey.

Composición química de las leguminosas. Los resultados obtenidos no presentaron efecto significativo para todas las variables evaluadas en la calidad nutricional de las leguminosas evaluadas en el C.I Motilonia; el contenido de proteína fue mayor en la *C. ternatea* (23.2%), seguido por *V. unguiculata* 9611 (21.6%), en comparación con *P. phaseoloides* (11.7%) ($p < 0.05$). Los contenidos de FDN y FDA, no presentaron diferencias entre las leguminosas ($p \leq 0.05$) y los contenidos de N, P, K, Mg y S, no presentaron diferencias ($p \leq 0.05$) entre las leguminosas como se puede apreciar en la Tabla 3. Sin embargo, el contenido de Ca, si presentó diferencias ($p < 0.05$), siendo mayor en *C. ensiformis* y *L. purpureus* con 4.8%, para las dos leguminosas; el menor contenido de Ca se presentó en la *C. ternatea* con 1.2%.

Calificación de las leguminosas por parte de los productores. A la evaluación de las leguminosas, realizado en Codazzi (C.I Motilonia), asistieron 25 productores, provenientes de los municipios de San Diego, La Paz, Valledupar y Agustín Codazzi. A las 10 leguminosas establecidas se les realizaron las calificaciones a los atributos de V, RS, BIOMASA, HA, HC, COLOR y RPE. Se encontró que la leguminosa con mayor calificación es la *C. brasiliensis* y la *C. ensiformis* con un \cos^2 de 0.96 y 0.92 respectivamente. Se detectó que la varianza total acumulada fue alta (63.69%) y se distribuyó en siete dimensiones. El primer componente (CP1) extrajo el 63,69% de esta varianza, seguido por el segundo componente (CP2) que extrajo el 10.8% de la varianza como se puede apreciar en la Figura 1.

La varianza del CP1 fue explicada por el vigor, la resistencia a la sequía, biomasa, altura de la planta, el habito de crecimiento, el color y la resistencia a enfermedades donde las variables que mayor contribución hicieron fueron, el color, la biomasa y la altura de la planta con 16.13, 15.88 y 15.21% respectivamente, como se puede apreciar en la Figura 2.

Tabla 3. Calidad Nutricional de leguminosas evaluadas en el C.I Motilonia

Leguminosas	PC	DIVMS	FDN	FDA	N	P	K	Ca	Mg	S
<i>Clitoria ternatea</i>	23.2 ^a	63,5	43.1	32,5	3.02	0.39	2,2	1.2 ^d	0.50 ^{ab}	0.34
<i>Vigna unguiculata</i> (9611)	21.6 ^a	77,6	43.8	34,2	2.88	0.44	3,2	3.6 ^{ab}	0.63 ^a	0.4
<i>Vigna unguiculata</i> (5234)	19.6 ^a	72,8	44.4	36,7	2.7	0.43	3,3	2.8 ^{bc}	0.43 ^{ab}	0.28
<i>Canavalia ensiformis</i>	17.9 ^{ab}	68,4	41.5	33,7	2.39	0.37	2	4.8 ^a	0.33 ^{ab}	0.17
<i>Lablab purpureus</i>	17.1 ^{ab}	71,7	45.7	35,9	2,85	0.42	3,4	4.8 ^a	0.49 ^{ab}	0.19
<i>Canavalia brasiliensis</i>	16.9 ^{ab}	60,8	38.7	27,1	2,97	0.3	2,4	4 ^{ab}	0.27 ^b	0.15
<i>Pueraria phaseoloides</i>	11.7 ^b	69,8	56.4	43,9	2,34	0.33	2,7	1.7 ^{cd}	0.43 ^{ab}	0.19
Valor-P	0.0034	0.1119	0.217	0.5427	0.9794	0.1796	0.0584	<0.0001	0.0253	0.1689

*Medias seguidas por letras diferentes en la misma fila son significativamente diferentes (P≤0.05), según prueba de Tukey. Todos los valores representados en (%)

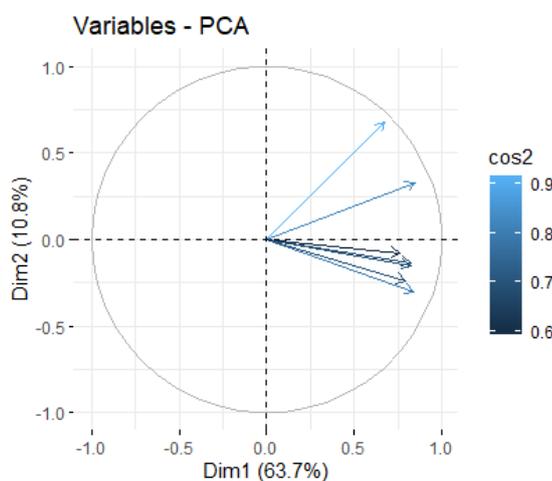


Figura 1. Análisis de componentes principales

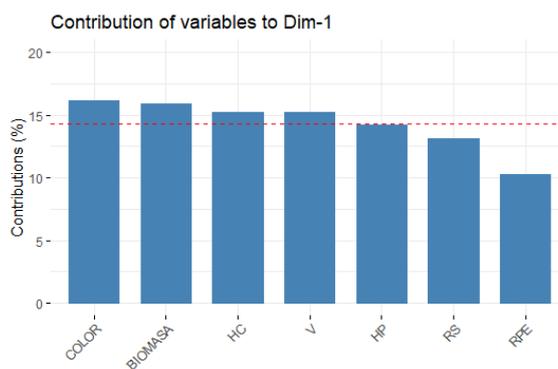


Figura 2. Contribución de las variables en el CP1

Orden de preferencia. Teniendo en cuenta, los atributos evaluados de las 10 leguminosas establecidas en el C. I Motilonia, y de acuerdo con una encuesta de preferencia realizada a los 25 productores que asistieron a la evaluación, se puede observar que las leguminosas de mayor predilección fueron *C. brasiliensis*, *C. ensiformis*, *C. macrocarpum* con un \cos^2 de 0.99, 0.99 y 0.96 respectivamente. Se detectó que la varianza total acumulada fue alta (81.05%) y se distribuyó en siete dimensiones. El primer componente (CP1) extrajo el 81,05% de esta varianza, seguido por el segundo componente (CP2) que extrajo el 7.70% de la varianza (Figura 3).

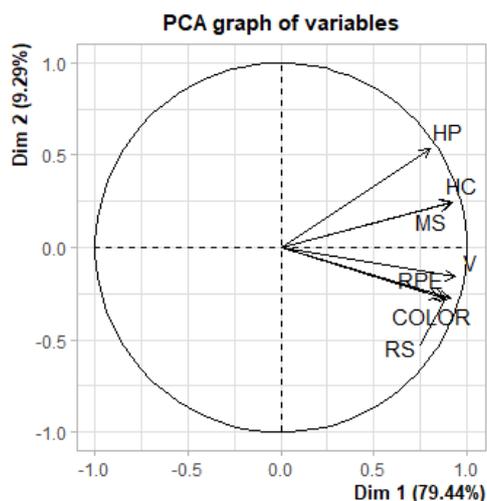


Figura 3. Análisis de componente principales para evaluar el orden de preferencia de las leguminosas

Los productores prefieren las leguminosas que tengan vigor, resistencia a la sequía y resistencia a enfermedades y color y en menor medida la materia seca, la altura de la planta y el hábito de crecimiento.

DISCUSIÓN

Los valores encontrados en este estudio se encuentran dentro de rangos reportados por otros autores en leguminosas similares bajo condiciones de experimentación homogéneas (19). Aunque, en algunos casos se reportan valores superiores como los obtenidos por Toledo et al (12) en el Valle del Cauca, donde evaluaron como abonos verdes leguminosas, guandul arbóreo y arbustivo (*Cajanus cajan*), frijol Canavalia (*Canavalia ensiformis*), pasto estrella (*Cynodon niemfuensis*), Maíz (*Zea mays*) y zapallo (*Cucurbita moschata*) los materiales se incorporaron al suelo y a los 150 días se cosechó el maíz, que fue el cultivo indicador. El maíz y la *Canavalia* aportaron la mayor cantidad de biomasa al suelo con una producción de 10.068 y 9.748 kg.ha⁻¹, respectivamente; mientras que, *C. cajan* arbóreo y *C. ensiformis* tuvieron los mayores aportes en nitrógeno con 254 y 213 kg.ha⁻¹ y el maíz y el pasto estrella, por sus altos contenidos de lignina, se descompusieron más lentamente que las leguminosas (21). Por otro lado, la mayor producción de materia seca ($p < 0.0001$), la presentó la leguminosa *C. ensiformis*, seguida por *V. unguiculata* cv LCP 26 con producciones de 3.687 y 3.628 Kg FV. ha⁻¹, respectivamente; la menor producción de biomasa seca, la presentó el tratamiento denominado “maleza” (vegetación natural) con 832,3 Kg FV. ha⁻¹.

Las leguminosas con altos contenidos de nutrientes han sido utilizadas en los sistemas ganaderos. La suplementación de vacas Holstein x Cebú en Colombia, con las leguminosas *Calliandra calothyrsus* y *Vigna unguiculata*, determinó que la suplementación con heno de *V. unguiculata* generó una producción de 5.3 kg/día de leche corregida por grasa (LCG) frente a 3.6 kg con la leguminosa tanifera *C. calothyrsus*, que demuestra el efecto positivo sobre esta respuesta animal que tiene la leguminosa *V. unguiculata*, como abono verde o como suplemento en ganado de leche (22). La concentración de minerales en las leguminosas evaluadas como abonos verdes está dentro de los rangos (N: 1.5 a 3.7%; P: 0.11 a 0.4%; K: 1.3 a 3.5%; Ca: 0.8 a 1.8%; S: 0.12 a 0.8% y Mg: 0.4 a 0.7%) reportados en otros estudios realizados en el Valle del Cauca, Colombia.

En conclusión, las leguminosas *C. ensiformis*, *C. brasiliensis*, *L. purpureus* y *C. ternatea*, *V. unguiculata* LCP 26 se seleccionaron por su mejor desempeño, lo que coincidió con la evaluación participativa realizada productores de la región; que manifiesta la validez de conocimiento de los productores de la región, basado en su conocimiento tradicional.

Esta información permite conocer la habilidad que tienen los productores para seleccionar especies que mejoren los sistemas productivos, aumentando de esta manera el intercambio de conocimiento entre productores profesionales y de este modo, generar, una base para el incremento y multiplicación de dichas especies de leguminosas ya sea para la implementación como abono verde, como suplemento para la alimentación animal o para una integración de ambas. Lo anterior es importante puesto que uno de los problemas de adopción de este tipo de tecnologías por parte de los productores, es la consecución de semillas de estos materiales en la región.

Conflicto de intereses

Los autores certifican que no existe conflicto de intereses, ni por el desarrollo de la investigación, ni por la publicación de los resultados.

Agradecimientos

A la Corporación Colombiana de Investigación; Agropecuaria AGROSAVIA, por la financiación de este estudio.

Fuente de financiación: recursos para investigación de AGROSAVIA provenientes del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

REFERENCIAS

1. Parra B, Aurora M. Cadenas Sostenibles ante un clima cambiante la ganadería en Colombia. Parte II. La cadena de valor de la ganadería bovina ante un clima cambiante. Colombia: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH; 2021. https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_CIAT_GanaderiaPag_sencillas_web.pdf
2. Roenes, G & Reales J. Importancia de los cobertores vegetales transformados para la sustentabilidad ganadera en el noreste del Cesar, Colombia. Revista colombiana de ciencia animal recia. 2018; 10(1):51-60. <https://doi.org/10.24188/recia.v10.n1.2018.545>
3. Menegat S, Ledo A, Tirado R. Emisiones de gases de efecto invernadero de la producción global y el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos en la agricultura. Rev Scientific Reports. 2022; 12(1):1-13. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18773-w>
4. Atieno M, Herrmann L, Nguyen HT, Phan, HT, Nguyen, NK, Srean P *et al.* Assessment of biofertilizer use for sustainable agriculture in the Great Mekong Region. Rev Journal of environmental management. 2020; 275:111300. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111300>
5. Mósquera MP, Reyes OE, Sánchez M, Gallego J, Sánchez A. Abonos Verdes: Tecnología Para el Manejo Agroecológico de los Cultivos. Agroecología. 2012; 7(1):1-10. <http://hdl.handle.net/10201/30438>
6. Douxchamps S, Rao IM, Peters M, Van der Hoek R, Schmidt A, Martens S *et al.* Farm-scale tradeoffs between legume use as forage versus green manure: The case of Canavalia brasiliensis. Agroecol. Sustain. Food Syst. 2014; 38:25-45. <https://doi.org/10.1080/21683565.2013.828667>
7. Castro E, Rodríguez EM, Fornaguera EC, Lascano CE. Abonos verdes de leguminosas: integración en sistemas agrícolas y ganaderas del trópico. Rev. Agronomía Mesoamericana. 2018; 29(3):711-729. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i3.31612>
8. R Core Team SASI. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria: Institute Inc; 2021. <https://www.R-project.org/>
9. Sebastian L, Julie J, Francois H. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. Journal of Statistical Software. Vienna, Austria: Institute Inc; 2008. <https://www.R-project.org/>
10. Alatorre-Hernández A, Guerrero-Rodríguez J, Olvera-Hernández J, Aceves-Ruíz E, Vaquera-Huerta H. Leguminosas forrajeras herbáceas de enredadera, recursos poco valorados en el trópico seco. Rev fitotecnia mexicana. 2018; 41(4): 403-411. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.4.403-411>
11. Yumisaca SF, Aucancela R, Mazón N, Murillo A. Evaluación y selección participativa de líneas de haba (*Vicia Faba L.*) con tres organizaciones de pequeños productores de la provincia de Chimorazo. INIAP Estación Experimental Santa Catalina. 2018; 366:52-54. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5025>
12. Toledo JM, Schultze-Kraft R. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 1982. 91-110 <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/82047>

13. Kjeldahl, J. A New Method for the Determination of Nitrogen in Organic Matter. *Zeitschrift für Analytische Chemie*. 1883; 22:366-382. <http://dx.doi.org/10.1007/BF01338151>
14. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Rev Journal of Dairy Science*. 1991; 74(10):3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
15. Soest PJV. Use of Detergents in the Analysis of Fibrous Feeds. II. A Rapid Method for the Determination of Fiber and Lignin. *Rev Journal of Association of Official Analytical Chemists*. 1990; 73(4):491-497. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
16. Tilley JMA, Terry RA. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Grass and Forage Sci*. 1963; 18(2):25-30. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
17. Peters M, Tarawali SA, Schultze-Kraft R. Relative palatability and seasonal agronomic performance of selected pasture legumes for species mixtures in dry-subhumid west Africa. *Rev. Ex Agric*. 2000; 36(3):353-368. <https://doi.org/10.1017/S0014479700003070>
18. Ashby J. Manual para la evaluación con productores. Proyecto IPRA (Investigación Participativa en Agricultura). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 2015. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54149>
19. Guodao L, Chakraborty S. A tropical forage legume success story. *Rev. Tropical Grasslands*. 2005; 39(4):215-215. https://www.researchgate.net/publication/299083012_Stylo_in_China_a_tropical_forage_legume_success_story
21. Salamanca WF, Bonilla CR, Sanchez MS. Evaluación de seis abonos verdes en un vertisol ústico en condiciones del Valle del Cauca. *Avances en Sistemas e Informática*. 2004; 53(3):55-60. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/99/214
22. Bernal L, Ávila P, Ramírez G, Lascano C. Efecto de la suplementación con heno de *Calliandra calothyrsus* y *Vigna unguiculata* sobre la producción de leche por vacas Holstein x Cebú en Colombia. *Rev. Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. 2008; 16(3):109-114. <https://www.researchgate.net/publication/277270915>