



Pastos y Forrajes
ISSN: 0864-0394
ISSN: 2078-8452
tania@ihatuey.cu
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio
Hatuey"
Cuba

Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia

**Portillo-López, Paola Andrea; Meneses-Buitrago, Diego Hernán; Morales-Montero, Sonia Patricia;
Cadena-Guerrero, Máryory Maricela; Castro-Rincón, Edwin**

Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia

Pastos y Forrajes, vol. 42, núm. 2, 2019

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269161217002>

Evaluación y selección de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en Nariño, Colombia

Evaluation and selection of forage grass and legume species in Nariño, Colombia

Paola Andrea Portillo-López

Centro de Investigación Obonuco, Colombia

pportillo@agrosavia.co

 <http://orcid.org/0000-0003-3033-3079>

Redalyc: [http://www.redalyc.org/articulo.oa?](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269161217002)

id=269161217002

Diego Hernán Meneses-Buitrago

Centro de Investigación Obonuco, Colombia

Sonia Patricia Morales-Montero

Centro de Investigación Obonuco, Colombia

Máryory Maricela Cadena-Guerrero

Centro de Investigación Obonuco, Colombia

Edwin Castro-Rincón

Centro de Investigación Obonuco, Colombia

Recepción: 11 Junio 2019

Aprobación: 28 Agosto 2019

RESUMEN:

Los forrajes son la alternativa de alimentación predominante dentro de los diferentes sistemas de producción ganadera en el trópico; sin embargo, a menudo presentan limitaciones en cantidad y calidad. El objetivo de este estudio fue evaluar la productividad y la calidad de 18 especies forrajeras para su uso en el trópico alto de Nariño, Colombia. Los experimentos se establecieron en dos localidades (Pasto y Sapuyes). El diseño fue de bloques completos al azar, con 18 tratamientos y tres repeticiones: diez cultivares de raigrás, tres pastos naturalizados (kikuyo, falsa poa y azul orchoro), tres leguminosas y dos forrajeras rastreras no leguminosas (llantén y achicoria). Durante las temporadas de altas y de bajas precipitaciones, se evaluaron las variables siguientes: materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutra (FDN), fibra detergente ácida (FDA) y energía neta de lactancia (ENL). Durante los dos periodos de altas y bajas precipitaciones, los raigrás aubade e italiano; los cultivares perennes falsa poa, Columbia y Boxer; la leguminosa vicia y las rastreras no leguminosas achicoria y llantén mostraron los mejores valores de MS, PC, FDN, FDA y ELN en las dos localidades. La adaptación de los diferentes cultivares de raigrás es una característica que afectó la calidad de la biomasa producida.

PALABRAS CLAVE: calidad, plantas herbáceas, producción.

ABSTRACT:

Forages are the prevailing feeding alternative within the different livestock production systems in the tropic; nevertheless, they often show limitations in quantity and quality. The objective of this study was to evaluate the productivity and quality of 18 forage species for their use in the high tropic of Nariño, Colombia. The trials were established in two localities (Pasto and Sapuyes). The design was completely randomized blocks, with 18 treatments and three repetitions: ten ryegrass cultivars, three naturalized pastures (kikuyo, Yorkshire fog and cock's foot), three legumes and two forage creeping non-legume plants (broadleaf plantain and common chicory). During the seasons of high and low rainfall, the following variables were evaluated: dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and net lactation energy (NLE). During the two periods of high and low rainfall, the ryegrasses Aubade and Italiano; the perennial cultivars Yorkshire fog, Columbia and Boxer; the legume vetch and the non-legume creeping plants common chicory and broadleaf plantain showed the best CM, CP, NDF, ADF and NLE values in the two localities. The adaptation of the different ryegrass cultivars is a characteristic that affected the quality of the produced biomass.

KEYWORDS: herbaceous plants, production, quality.

INTRODUCCIÓN

El mayor productor de leche bovina anualmente es Estados Unidos, que produce 91,3 mil millones de litros (equivalentes al 25 % de la producción mundial), seguido por la India con 60,6 mil millones de litros (17 %), según FAOSTAT (2017). En América Latina y el Caribe, Argentina ocupa el primer lugar en producción con 10,4 mil millones de litros, seguido por países como Brasil y Colombia; este último ocupa el cuarto puesto, con 6,4 mil millones de litros y un crecimiento anual promedio (desde 2012) de 100 mil litros. Una de las razones que han contribuido al incremento de la producción es que las zonas del trópico alto de Colombia se han especializado en la producción de leche, con base en el mejoramiento genético de los bovinos y los alimentos forrajeros (FEDEGAN, 2017).

Los forrajes constituyen la alternativa de alimentación predominante en los diferentes sistemas de producción bovina a escala nacional, ya que constituyen la fuente más económica para satisfacer el consumo voluntario de los rumiantes, y son necesarios para garantizar su adecuada fisiología ruminal (Reynolds, 2000). Sin embargo, la alta variabilidad en el manejo de los forrajes disponibles para el pastoreo ha ocasionado diferentes grados de degradación en praderas establecidas con pasto kikuyo [*Cenchrus clandestinus* (Hochst. Ex Chiov.) Morrone], gramínea predominante en un 80 % de los sistemas de explotación lechera especializada del trópico alto; la cuenca lechera del departamento de Nariño no es ajena a esta problemática.

La adecuada evaluación y selección de los forrajes que se adapten a cada región permitirá que el sector ganadero dedicado a la lechería especializada del trópico alto nariñense incremente su productividad y rentabilidad (Cadena, et al., 2019a). En este sentido, los forrajes mejorados podrían impactar en gran medida en el desarrollo tecnológico de los sistemas de producción, ya que son el alimento base de los rumiantes, pero muchas veces se encuentran en cantidad y calidad limitadas (Sanchez y Villaneda, 2009).

El objetivo de este estudio fue evaluar la productividad y calidad de 18 especies forrajeras de uso potencial en el trópico alto de Nariño, Colombia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en dos localidades del departamento de Nariño. Un experimento se estableció en el Centro de Investigación Obonuco de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), ubicado en el municipio de Pasto, a 2 905 msnm (1° 88' 918" N y 77° 306' 083" W), en un suelo andisol de textura francoarenosa; la temperatura y la precipitación promedio anual fueron de 12 °C y 1 100 mm, respectivamente. El otro experimento se estableció en la finca lechera Chimangual, ubicada en el municipio de Sapuyes, a 3 157 msnm (1° 02' 655" N y 77° 45' 388" W), en suelo andisol de textura francoarenosa; la temperatura promedio fue de 9 °C y la precipitación, de 1 200 mm (UDENAR, 2016). Se presentó una distribución bimodal con dos periodos secos (enero-febrero y julio-agosto) y dos periodos húmedos (marzo-mayo y septiembre-noviembre). Los datos se obtuvieron de la estación hidrometeorológica del IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) –con código 52055020–, ubicada en el municipio de Túquerres, Departamento de Nariño; y de la estación climática automática Vantage Pro 2, ubicada en el Centro de Investigación Obonuco de AGROSAVIA.

El manejo agronómico fue similar en ambas localidades. La preparación del terreno se hizo con dos pases de cinc vibratorio y dos pases de rastra pesada. La siembra de los raigrás (50 kg ha⁻¹), el azul orchoro (50 kg ha⁻¹), las leguminosas (13 kg ha⁻¹) y las rastreras no leguminosas (7 kg ha⁻¹) se realizó por reproducción sexual; mientras que la de la falsa poa y el kikuyo (100 kg ha⁻¹), por reproducción vegetativa (macollas y estolones, respectivamente). Se fertilizó manualmente, de forma fraccionada: en el momento de la siembra

y cuatro meses después con 100 kg N ha⁻¹, 75 kg P₂O₅ ha⁻¹, 30 kg K₂O ha⁻¹ y 12 kg Mg ha⁻¹ en cada aplicación.

Especies evaluadas y diseño experimental. El trabajo se realizó entre los meses de noviembre de 2016 y diciembre de 2017. Se seleccionaron 18 especies forrajeras, teniendo en cuenta características tales como: la adaptación a condiciones de clima y suelo del trópico alto, el potencial productivo, el valor nutricional de referencia, el comportamiento sanitario y la respuesta animal; además de su disponibilidad de semilla y, en algunos casos, su rusticidad. Las plantas (tratamientos) evaluadas fueron:

- Diez cultivares de raigrás: cinco anuales (*Lolium multiflorum* Lam): Aubade, Bianual Max, Magnum, Italiano y Bison; dos híbridos (*Lolium hybridum* Hausskn): Boxer y Bestfor plus; y tres perennes (*Lolium perenne*): Ohau, Samson y Columbia.
- Tres especies naturalizadas: kikuyo (*Cenchrus clandestinus* (Hochst. Ex Chiov.) Morrone], falsa poa (*Holcus lanatus* L.) y azul orchoro (*Dactylis glomerata* L.).
- Tres leguminosas: trébol blanco (*Trifolium repens* L.), trébol rojo (*Trifolium pratense* L.) y vicia (*Vicia sativa* L.)
- Dos rastreras no leguminosas: achicoria (*Cichorium intybus* L.) y llantén (*Plantago major* L.).

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar, con tres repeticiones y 18 tratamientos. Cada unidad experimental medía 12 m,2 para un área total de 1 258 m².

Variables evaluadas. Tres meses después de la siembra (periodo de establecimiento) se hizo un corte de homogeneización. Se realizaron seis cortes, tres en la época de altas precipitaciones (entre marzo y junio de 2017) y tres en la época de bajas precipitaciones (entre julio y septiembre de 2017). Las evaluaciones tuvieron la misma frecuencia para todos los tratamientos. En cada unidad experimental se hicieron muestreos a los 35 días después del corte. Se evaluó el rendimiento de materia seca (MS) basado en la metodología propuesta por Toledo y Schultze-Kraft (1982); así como la proteína cruda (PC), la fibra en detergente neutro (FDN), la fibra en detergente ácido (FDA) y la energía neta de lactancia (ENL). Para los análisis bromatológicos se utilizó la metodología de espectroscopia por infrarrojo cercano –NIRS– (Ariza-Nieto et al., 2018); estos se realizaron para cada uno de los cortes en cada época.

Análisis estadístico. Los datos se analizaron a través del software estadístico R.V.3.5.1 (R Development Core Team, 2018), con el paquete agrícola (Mendiburu, 2019). Para cada grupo de especies se realizó análisis de varianza (ANOVA), y se aplicó la prueba de Tukey para establecer las diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Para ello se tuvo en consideración la localidad, el periodo de evaluación y las especies en estudio.

RESULTADOS

Localidad de Pasto. En el periodo de altas precipitaciones, se encontraron diferencias significativas en la variable FDN para las gramíneas anuales; los raigrás Bianual Max y Magnum alcanzaron un promedio de 51,68 y 51,18 %, respectivamente. En las gramíneas perennes se hallaron diferencias significativas en todas las variables evaluadas. La falsa poa y los raigrás Ohau, Bóxer y Bestfor Plus se destacaron por su mayor producción de biomasa (2 462,5; 2 459,8; 2 396,4 y 2 305,3 kg de MS/ha, respectivamente). En cuanto a la PC, el kikuyo (23,3 %) fue superior respecto a todas las especies, con excepción de la falsa poa; mientras que en la FDN sobresalió azul orchoro (54,3 %), sin diferencias significativas respecto a la mayoría de las especies. En FDA y ENL el mayor valor fue para el kikuyo (tabla 1).

Cultivar	MS, kg/ha	PC, %	FDN, %	FDA, %	ENL, Mcal/kg MS
Gramíneas anuales					
Aubade	3 165,1	16,5	48,7 ^b	18,0	1,38
Bianual Max	2 895,7	15,1	51,2 ^a	18,9	1,35
Magnum	2 575,2	15,6	51,6 ^a	19,6	1,36
Italiano	2 560,3	16,9	49,9 ^{ab}	18,5	1,39
Bison	2 439,8	18,6	48,6 ^b	20,2	1,40
EE ±	NS	NS	0,8*	NS	NS
Gramíneas perennes					
Falsa poa	2 462,5 ^a	21,0 ^{ab}	50,2 ^b	23,5 ^{bc}	1,43 ^{ab}
Ohau	2 459,8 ^a	15,6 ^c	51,3 ^{ab}	18,9 ^a	1,36 ^c
Boxer	2 396,4 ^a	16,1 ^c	51,2 ^{ab}	18,9 ^a	1,37 ^{bc}
Besfor Plus	2 305,3 ^a	14,9 ^c	51,6 ^{ab}	17,6 ^a	1,36 ^c
Columbia	2 238,3 ^{ab}	17,5 ^{bc}	48,0 ^b	17,9 ^a	1,40 ^{abc}
Samson	2 039,3 ^{abc}	15,6 ^c	50,9 ^{ab}	19,7 ^a	1,36 ^c
Kikuyo	1 486,6 ^{bc}	23,3 ^a	49,2 ^b	25,7 ^c	1,45 ^a
Azul orchoro	1 306,8 ^c	17,7 ^c	54,3 ^a	22,1 ^b	1,37 ^{bc}
EE ±	2,2*	1,02***	1,03*	0,47***	0,02*
Leguminosas y rastreras no leguminosas					
Vicia .	3 894,7 ^a	26,45 ^{ab}	34,5 ^b	21,5 ^a	1,54 ^{ab}
Llantén	3 514,5 ^{ab}	17,8 ^c	30,1 ^{cd}	11,9 ^c	1,45 ^b
Achicoria	2 074,5 ^{bc}	22,3 ^{bc}	28,5 ^d	15,3 ^b	1,51 ^{ab}
Trébol rojo	1 275,3 ^c	25,6 ^a	38,6 ^a	21,9 ^a	1,57 ^a
Trébol blanco	966,6 ^c	27,7 ^a	33,3 ^{bc}	17,3 ^b	1,59 ^a
EE ±	2,57**	0,86***	0,71***	0,76***	0,02**

Tabla 1. Producción y composición nutricional de especies forrajeras de gramíneas y leguminosas en la época de altas precipitaciones, en Pasto.

NS: No significativo; * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. a, b, c: medias con letras diferentes dentro de una misma columna difieren entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para vicia, llantén y achicoria, se encontró un rendimiento de MS de 3 894 kg/ha; 3 514,5 kg/ha y 2 074,5 kg/ha, respectivamente. Llantén y Vicia mostraron mayor rendimiento de MS, comparado con el de los tréboles blanco y rojo. El porcentaje de proteína cruda tuvo una variación significativa durante la época de altas precipitaciones.

En cuanto al porcentaje de FDN y FDA de las leguminosas y las rastreras no leguminosas, vicia presentó los valores mas altos (34,35 y 21,5 %, respectivamente), comparado con el llantén y la achicoria. El trébol rojo tuvo un mayor porcentaje de FDN (38,6) que todas las demás. El trébol blanco (1,59 Mcal/kg MS) y el trébol rojo (1,57 Mcal/kg MS) presentaron un mayor valor de ENL, comparado con el llantén (1,45 Mcal/kg MS).

Para el periodo de bajas precipitaciones, las gramíneas anuales y perennes mostraron diferencias significativas únicamente en la variable FDA. En las especies anuales, el raigrás Italiano (22,6) tuvo el valor más alto y los raigrás Bianual Max (20,0) y Aubade (20,6), los más bajos: mientras que entre las gramíneas perennes el kikuyo presentó el valor más alto y el raigrás Bestfor Plus, el menor (tabla 2).

Cultivar	MS, kg/ha	PC, %	FDN, %	FDA, %	ENL, Mcal/kg MS
Gramíneas anuales					
Aubade	1 050,7	15,9	51,3	20,6 ^a	1,36
Magnum	957,9	17,9	50,6	21,2 ^{ab}	1,39
Italiano	832,0	16,9	52,9	22,6 ^b	1,36
Bianual Max	756,8	16,3	50,2	20,0 ^a	1,36
Bison	631,0	14,0	53,0	21,5 ^{ab}	1,32
EE ±	NS	NS	NS	0,31 ^{**}	NS
Gramíneas perennes					
Falsa poa	1 178,3	18,8	53,2	24,8 ^{da}	1,37
Columbia	1 081,1	13,3	54,7	20,5 ^b	1,31
Boxer	1 072,9	15,8	52,8	21,8 ^{bc}	1,34
Besfor Plus	987,0	13,7	51,6	20,0 ^a	1,32
Ohau	919,0	15,4	53,1	22,4 ^{bcd}	1,34
Kikuyo	893,7	16,1	57,6	32,5 ^a	1,27
Samson	637,0	13,5	55,2	22,9 ^{bcd}	1,30
Azul orchoro	635,5	19,0	54,2	24,3 ^{cda}	1,38
EE ±	NS	NS	NS	0,53 ^{***}	NS
Leguminosas y rastreras no leguminosas					
Llantén	1 612,4 ^a	18,7 ^b	30,1 ^b	12,3 ^a	1,46 ^b
Achicoria	1 511,7 ^{ab}	17,5 ^b	30,1 ^b	13,3 ^{ab}	1,44 ^b
Trébol rojo	582,4 ^{bc}	28,2 ^a	38,2 ^a	20,8 ^c	1,58 ^a
Trébol blanco	318,3 ^c	25,5 ^a	35,0 ^{ab}	17,7 ^{bc}	1,55 ^a
EE ±	0,207 ^{**}	0,66 ^{***}	1,61 [*]	0,93 ^{**}	0,01 ^{***}

Tabla 2. Producción y composición nutricional de las especies en la época de bajas precipitaciones.

NS: No significativo: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. a,b,c: medias con letras diferentes dentro de una misma columna difieren entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

Los cultivares anuales de *Lolium* presentaron los mayores rendimientos de MS en el periodo de altas precipitaciones, entre 2 439,8 y 3 165,1 kg de MS/ha/corte; mientras que los perennes tuvieron entre 130 y 2 462 kg de MS/ha/corte (tablas 1 y 2); pero el rendimiento de los anuales se vio más afectado por la escasez de lluvias y su rendimiento fue superado por el de los perennes.

En general, durante la época de bajas precipitaciones las especies promisorias llantén y achicoria mostraron mayor producción de MS que los tréboles; sin embargo, su porcentaje de PC, FDN y ENL fue menor.

El porcentaje de PC durante esta época fue mayor para el trébol rojo y el trébol blanco, y estas difirieron significativamente de llantén y achicoria.

El porcentaje de FDN del trébol rojo fue significativamente diferente al del llantén y la achicoria. El menor FDA lo presentó llantén. El trébol rojo y el trébol blanco tuvieron un mayor porcentaje de ENL, comparado con el del llantén y la achicoria.

Localidad de Sapuyes. En el periodo de altas precipitaciones se observaron diferencias significativas entre las gramíneas anuales en las variables PC, FDN y FDA; el porcentaje de PC del raigrás Italiano fue el mejor. En cuanto a la FDN, el mayor valor porcentual se halló en los raigrás Bianual Max y Magnum; mientras que en el raigrás Bison la FDA fue menor.

En el caso de las gramíneas perennes, se encontraron diferencias en todas las variables; el raigrás Columbia fue el de mayor rendimiento de MS, y el de menor rendimiento fue el kikuyo. El porcentaje de PC del raigrás Boxer fue superior al de las demás gramíneas perennes. El mayor valor porcentual de FDN se observó en el kikuyo; y en cuanto a la FDA, el raigrás Columbia mostró el menor valor y el kikuyo el mayor. La ENL varió entre 1,42 y 1,50 Mcal/kg MS para la mayoría de las gramíneas perennes, con excepción del kikuyo (tabla 3).

Cultivar	MS, kg/ha	PC, %	FDN, %	FDA, %	ENL, Mcal/kg MS
Gramíneas anuales					
Italiano	2 372,7	23,9 ^a	43,3 ^c	22,7 ^{bc}	1,48
Aubade	2 170,6	23,0 ^{ab}	44,6 ^{bc}	22,0 ^{abc}	1,47
Magnum	1 708,0	20,3 ^{bc}	48,1 ^a	21,6 ^{ab}	1,42
Bianual Max	1 095,2	21,7 ^{abc}	48,4 ^a	23,4 ^c	1,44
Bison	788,2	19,2 ^c	46,2 ^{ab}	21,3 ^a	1,41
EE ±	NS	0,79*	0,74**	0,43*	NS
Gramíneas perennes					
Columbia	3 735,5 ^a	24,6 ^{ab}	43,5 ^a	22,9 ^a	1,50 ^a
Boxer	2 985,1 ^{ab}	25,0 ^a	44,9 ^{ab}	23,2 ^{ab}	1,50 ^a
Besfor Plus	2 852,3 ^{ab}	22,4 ^{ab}	47,4 ^{bc}	24,3 ^b	1,44 ^a
Ohau	1 538,2 ^{ab}	21,5 ^{ab}	45,2 ^{cd}	23,2 ^{ab}	1,44 ^a
Falsa poa	1 506,9 ^{ab}	21,8 ^{ab}	48,9 ^b	26,1 ^c	1,42 ^{ab}
Samson	1 026,5 ^{ab}	21,9 ^{ab}	46,8 ^{bcd}	24,4 ^b	1,44 ^a
Kikuyo	568,8 ^b	18,7 ^b	52,9 ^a	31,3 ^d	1,33 ^b
EE ±	0,283*	1,16*	0,46***	0,25***	0,02**
Leguminosas y rastreras no leguminosas					
Achicoria	5409,2	24,8 ^c	33,9	16,5 ^a	1,54 ^b
Llantén	2996,0	18,7 ^d	33,6	16,9 ^{ab}	1,43 ^c
Trébol blanco	2470,2	32,4 ^a	36,2	20,4 ^{bc}	1,65 ^a
Trébol rojo	2369,7	28,2 ^b	37,3	21,7 ^c	1,57 ^b
EE ±	NS	0,58***	NS	0,72**	0,01***

Tabla 3. Producción y composición nutricional de las especies de gramíneas y leguminosas en la época de altas precipitaciones, en Sapuyes.

NS: No significativo: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. a,b,c: medias con letras diferentes dentro de una misma columna difieren entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En la época de altas precipitaciones no hubo diferencias significativas en el rendimiento de MS; pero sí en la PC. Se destacó el trébol blanco con el mayor valor porcentual (32,4), en comparación con el trébol rojo (28,2), la achicoria (24,8) y el llantén (18,6).

Tampoco hubo diferencias significativas en la FDN. Sin embargo, la FDA mostró el menor valor porcentual en achicoria, que difirió significativamente del trébol rojo.

La ENL no difirió entre el trébol rojo y la achicoria, pero sí entre el llantén y el trébol blanco; este último tuvo el mayor porcentaje.

No se encontraron diferencias significativas para las gramíneas anuales; sin embargo, los genotipos de mayor rendimiento en MS fueron Italiano y Bianual Max. En las gramíneas perennes se hallaron diferencias en las variables MS y FDA; se destacó el raigrás Clolumbia con el rendimiento de MS más alto y el menor valor de FDA (tabla 4).

Cultivar	MS, kg/ha	PC, %	FDN, %	FDA, %	ENL, (Mcal/kg MS)
Gramíneas anuales					
Italiano	1 938,4	17,9	49,0	21,0	1,39
Bianual Max	1 252,6	13,9	48,6	18,9	1,33
Aubade	1 057,6	16,2	43,3	15,2	1,39
Magnum	937,8	12,6	45,4	17,4	1,32
Bison	707,2	11,9	50,2	17,9	1,30
EE ±	NS	NS	NS	NS	NS
Gramíneas perennes					
Columbia	1 883,8 ^a	15,0	44,5	15,8 ^a	1,37
Falsa poa	506,6 ^{ab}	13,7	51,9	23,0 ^{bc}	1,30
Besfor Plus	468,5 ^b	12,4	47,5	17,5 ^{ab}	1,31
Kikuyo	462,7 ^b	19,0	52,6	24,0 ^c	1,38
Ohau	461,5 ^b	16,7	45,4	17,7 ^{ab}	1,39
Azul orchoro	421,6 ^b	17,6	50,0	20,3 ^{abc}	1,39
Boxer	382,6 ^b	13,9	47,0	17,5 ^{ab}	1,34
Samson	271,5 ^b	17,3	47,2	18,5 ^{abc}	1,39
EE ±	0,408 [*]	NS	NS	1,38 ^{**}	NS
Leguminosas y rastreras no leguminosas					
Vicia	1 206,5 ^a	16,0 ^{ab}	33,7	19,7	1,36 ^b
Achicoria	441,7 ^{ab}	16,5 ^{ab}	33,7	13,7	1,42 ^{ab}
Llantén	326,0 ^b	11,7 ^b	32,7	10,9	1,35 ^b
Trébol blanco	310,2 ^b	23,8 ^a	36,7	17,0	1,52 ^a
Trébol rojo	296,2 ^b	23,4 ^a	37,8	18,8	1,50 ^a
EE ±	0,207 [*]	1,72 ^{**}	NS	NS	0,04 [*]

Tabla 4. Producción y composición nutricional de las especies de gramíneas y leguminosas en la época de bajas precipitaciones, en Sapuyes.

NS: No significativo: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. a,b,c: medias con letras diferentes dentro de una misma columna difieren entre sí, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).

En la época de bajas precipitaciones hubo diferencias significativas en la MS. Vicia presentó el mayor valor, seguida por la achicoria y el llantén, y los menores rendimientos se obtuvieron en el trébol blanco y el trébol rojo.

La PC de trébol blanco y la del trébol rojo fueron significativamente diferentes a la del llantén. Asimismo, la ENL en trébol blanco y en trébol rojo difirió significativamente de la del llantén y la de vicia.

DISCUSIÓN

Las condiciones agroclimáticas influyeron en el establecimiento y en la producción de los forrajes, y ocurrieron respuestas diferenciales en algunas variables en cada periodo de evaluación. En las localidades de Pasto y Sapuyes las especies de gramíneas (anuales y perennes) mostraron un patrón de respuesta similar; los mayores rendimientos de materia seca se obtuvieron durante el periodo de lluvia, los cuales descendieron en la época de bajas precipitaciones. Resultados similares reportaron Méndez et al. (2014), Zambrano et al. (2014) y Vargas-Martínez et al. (2018); lo que corrobora que en los periodos con altas precipitaciones existe una mayor oferta de forraje y rendimientos más altos de materia seca.

Entre las gramíneas, en la localidad de Pasto se evidenció un buen comportamiento de la falsa poa y de los raigrás en las dos épocas; estos resultados son superiores a los informados por Martínez (2008), quien encontró producciones en falsa poa de 8 000 kg de MS/ha/año. Además, este autor resaltó que la

falsa poa presenta buen potencial de producción de forraje, valor nutricional aceptable y tolerancia media a la defoliación intensa y frecuente; lo que permite clasificarla como una gramínea excepcional para su incorporación al mejoramiento extensivo, ya que genera una importante producción de forraje en una gran diversidad de suelos.

En cuanto a los cultivares de raigrás, cuando estos se evaluaron en la época de altas precipitaciones se obtuvieron rendimientos similares a los reportados en un estudio sobre la adaptación de cultivares de raigrás en el trópico alto de Nariño (Cadena et al., 2019b), con más de 2 000 kg de MS/ha/corte.

El contenido de proteína de las gramíneas fue mayor en el periodo de altas precipitaciones en las dos localidades; mientras que en el de bajas precipitaciones disminuyó considerablemente.

La fertilización nitrogenada en las épocas de mayor precipitación favorece el crecimiento, el desarrollo y, por tanto, el contenido de PC (Andrade, 2006). Asimismo, Gómez-Insuasti et al. (2014) afirmaron que la edad de corte tiene relación directa con la composición química del pasto. En la zona de Pasto, el kikuyo fue una de las gramíneas con mayor contenido proteico, lo que puede atribuirse a que su hábito de crecimiento favoreció la relación hoja:tallo. Ello impide que la composición química del pasto cambie tan marcadamente, como sucede en otras gramíneas forrajeras.

Los contenidos de FDN del kikuyo y el azul orchoro fueron inferiores a los reportados por Cuesta et al. (2006): 58 y 59 %, respectivamente. Los raigrás mostraron un menor contenido de FDN respecto al kikuyo, lo cual le permite tener un mayor contenido de componentes intracelulares (Villalobos y Sánchez, 2010). La calidad y la cantidad de la fibra consumida afectan la capacidad de consumo voluntario, es decir, cuando la concentración de fibra del forraje aumenta, el consumo y la concentración de energía disminuyen (Weiss, 1993).

Los valores de FDA de los cultivares de raigrás, tanto anuales como perennes, fueron bajos y similares a los reportados por Flores et al. (2013); ello se manifiesta en un alto contenido de hemicelulosa, carbohidrato de mayor solubilidad y fuente energética fácilmente aprovechable (Zambrano et al., 2014); ello se debió a la edad de corte, la fertilidad del suelo y la distribución uniforme de las lluvias, principalmente. El kikuyo, la falsa poa y el azul orchoro presentaron los valores más altos en las dos localidades y épocas, lo cual es una desventaja de estas gramíneas, porque las altas concentraciones de FDA se asocian con una baja digestibilidad ruminal (Van-Soest et al., 2000; Apáez et al., 2012); debido a que, al ser un constituyente de la pared celular, la digestibilidad de la lignina es prácticamente nula.

En la localidad de Sapuyes el kikuyo presentó el valor más bajo, comparado con el de las demás gramíneas perennes, lo cual pudo deberse a las diferencias en las condiciones agroclimáticas de cada localidad. Correa et al. (2008), al evaluar el valor nutricional del kikuyo, informaron 1,15 Mcal de ENL/kg de MS, valor inferior al encontrado en esta investigación. Silva et al. (2015) también hallaron una respuesta similar a la de este estudio durante la época de altas precipitaciones, en una evaluación energética de kikuyo y un cultivar de raigrás perenne.

Larbi et al. (2010) reportaron un rendimiento de forraje para V. sativa de 3 309 kg de MS en la época de altas precipitaciones (promedio de 283 mm), lo que coincide con el periodo de máximas precipitaciones del presente estudio (promedio de 232 mm), y la mayor producción de forraje verde se obtuvo en el cv. Vicia (3 894,67 kg de MS /ha). Estos autores afirmaron que las variaciones en el rendimiento de MS podrían relacionarse con la cantidad y la distribución de las lluvias y su efecto en el crecimiento y la eficiencia con que los cultivares convirtieron en biomasa la radiación fotosintéticamente activa interceptada.

En la localidad de Pasto, durante la época de bajas precipitaciones, el llantén y la achicoria tuvieron mayor rendimiento de MS que los tréboles.

Li y Kemp (2005) refirieron que en verano estas dos especies producen más MS y presentan mejores cualidades nutricionales que los forrajes perennes; al respecto, en la literatura se señala que el llantén puede producir bien durante el verano, ya que presenta cierta tolerancia a la sequía y al calor (Labreveux et al., 2004).

En este sentido, Li y Kemp (2005) indicaron que la achicoria tiene una raíz más profunda y gruesa que la del llantén, por lo que es altamente productiva en las condiciones secas del verano; asimismo, a menudo tolera el estrés por humedad (Nie et al., 2008).

Powell et al. (2007) reportaron que en el primer año de evaluación el llantén produjo 1 416 kg de MS/ha, valor inferior al encontrado en este estudio, debido posiblemente a que se sembró en otoño, cuando las precipitaciones eran bajas ya que acababa de terminar el verano; ello también pudo deberse a la presión de pastoreo, lo que disminuyó la supervivencia de las plantas. En el presente estudio se sembró en el segundo bimestre del año, época de altas precipitaciones en la zona (90,4 mm), y la cosecha se hizo de manera mecánica.

En un experimento realizado por Springer y Aiken (2015) durante cuatro años, con diferentes tiempos de cosecha para el trébol blanco, el mayor porcentaje de PC (24 ± 3 %) se obtuvo en el segundo año, en el cual se reportó una precipitación total de 405 mm; ello coincide con el valor del presente estudio (370 mm), en el que el trébol blanco presentó el mayor contenido de PC (27,7 %). Al respecto, estos autores afirmaron que en condiciones más secas las plantas pueden tender a reasignar nutrientes a las raíces, lo que reduce el valor nutricional del forraje.

En un experimento realizado por Koukolová et al. (2010) en los meses de mayo a agosto, con 324 mm de precipitación, se evaluó el valor nutricional del trébol rojo durante diferentes estados fenológicos, y se obtuvo 39,5 % de FDN en la fase de brotes jóvenes con formación de botones florales. Resultados similares se encontraron en este estudio, con 370 mm de precipitación, en el cual los cortes para el cultivar trébol rojo coincidieron con la fase fenológica de botón floral y se alcanzó 38,6 % de FDN. El valor nutricional de los forrajes es controlado, en gran medida, por la luz, la temperatura, la humedad y los factores de madurez, aunque la respuesta depende de cada especie (Van Soest, 1969).

El estado nutricional del llantén no está bien establecido, ya que la mayoría de las investigaciones llevadas a cabo se han centrado en sus características medicinales (Sanderson et al., 2003). No obstante, Box et al. (2016) encontraron valores para PC, FDA y FDN de 22,3; 22,4 y 29,9 % respectivamente; los de PC y FDA fueron superiores a los del presente estudio, como resultado de una fertilización de 70 kg/ha y riego.

En cuanto a las variables PC, FDN, FDA y ENL, el trébol rojo presentó los mejores resultados en comparación con las otras especies; al respecto, Vargas-Martínez et al. (2018) evaluaron dos variedades de trébol rojo en el trópico alto colombiano y encontraron valores de PC (22,88 %), FDN (36,40 %), FDA (16,73 %) y ENL (1,60 %) similares a los registrados en este estudio, lo cual se debió posiblemente a las condiciones físicas de los suelos y a su preparación.

Para la localidad de Sapuyes, el raigrás perenne Columbia mantuvo los más altos rendimientos en los periodos de altas y de bajas precipitaciones, lo que demostró su buen potencial productivo en comparación con las demás gramíneas perennes y con otros cultivares estudiados. Así, Vargas-Martínez et al. (2018) informaron 2 520 kg de MS/ha/corte. Sin embargo, en otras investigaciones con raigrás perenne (*L. perenne*), Velasco-Zebadúa et al. (2007) y Villalobos y Sánchez (2010) obtuvieron rendimientos superiores a los de la presente investigación.

En la localidad de Sapuyes, durante la época de lluvia, entre las gramíneas anuales la de mejor comportamiento fue el raigrás Italiano (23,9 %); mientras que entre las perennes, lo fue el raigrás Bóxer (25,0). Estos resultados son similares a los obtenidos por Vargas-Martínez et al. (2018) y superiores a los de Cuesta et al. (2006) en evaluaciones con cultivares de raigrás en el trópico alto colombiano, donde se obtuvieron valores inferiores al 15 % tanto en los raigrás anuales como en los perennes.

Dentro del grupo de las leguminosas y las rastreras no leguminosas, el mejor rendimiento fue el de la achicoria. Al respecto, Matthews et al. (1990) evaluaron la tasa de crecimiento de la achicoria y encontraron producciones de 5 250 kg de MS/ha, superiores a las del raigrás tradicional y el trébol blanco. Terrill et al. (1992) señalaron que esta herbácea presenta un contenido variable de proteína (15-26 %), resultado similar al de este estudio y que coincide con lo planteado por DLF Estero (2018).

La achicoria es una planta herbácea de crecimiento erecto, con raíz pivotante, de ciclo bianual a perenne en función de las variedades. Produce bien tanto en invierno como en verano; su raíz pivotante y profunda le confiere excelente resistencia a la sequía, lo que le permite hacer buenos aportes en verano; rebrota bien después del pastoreo; y, si se maneja bien, produce un forraje de buena calidad.

Los mejores resultados en PC, FDN y FDA se hallaron para el trébol blanco. Ayres et al. (1998) evaluaron el efecto de la madurez fenológica en el valor nutricional del trébol blanco durante un año, y hallaron porcentajes de PC (20), FDN (43,95) y FDA (32,3) para la época de altas precipitaciones (90,66 mm) superiores a los de este estudio. Ello posiblemente se debió a que en la época evaluada la especie se encontraba en estado de semilla madura, y en el presente estudio, en estado de floración temprana. Estos autores señalaron que el trébol blanco, como otras especies de pastos, sufre cambios sustanciales en el valor nutricional, unido al desarrollo fenológico durante la fase de crecimiento.

En una investigación con *V. sativa* (Larbi et al., 2010) se halló un rendimiento de 2 396 kg de MS/ha durante la época de bajas precipitaciones, con un promedio de 140 mm; es decir, 50 mm más que en igual época en este estudio, en el que la mayor producción de MS se observó en vicia. Las diferencias en rendimiento entre las especies en el presente estudio para la época de seca sugieren que estas podrían seleccionarse para cada época, teniendo en cuenta su rendimiento y calidad. Sobre esta base, vicia posee potencial para la producción de MS de buena calidad en la época de altas y en la de bajas precipitaciones. Dichos autores afirmaron que el rendimiento de la especie varía en las condiciones secas, y podría utilizarse como una característica de selección para la producción de forraje de calidad.

Vargas et al. (2014), al hacer una valoración nutricional en dos periodos de corte (35 y 45 días) para mezclas de gramíneas y leguminosas del trópico alto colombiano, hallaron 31,2 % de PC; 30,8 % de FDN y 15,9 % de FDA para el trébol blanco. Al comparar estos valores con los del presente estudio, el porcentaje de proteína fue mayor; mientras que la FDN y la FDA fueron similares, debido posiblemente a las condiciones edafoclimáticas de la zona donde se realizó el experimento. La FAO (2013) señaló que los pastos, al igual que los cultivos que se siembran para la obtención de alimentos, fibra y energía, requieren condiciones específicas para desarrollarse, tales como un grado óptimo de temperatura y una cantidad de agua suficiente. Hasta cierto punto, los climas más cálidos pueden beneficiar el crecimiento de los forrajes en algunas partes del mundo; sin embargo, si se superan los niveles recomendados para estas plantas o si no se dispone de agua o de nutrientes suficientes, probablemente se producirá una disminución del rendimiento.

CONCLUSIONES

La adaptación de los diferentes cultivares de raigrás es una característica que afectó la calidad de la biomasa producida.

Los cultivares anuales y perennes Columbia y Boxer representan una buena opción para los sistemas en ganadería de leche especializada del trópico alto de Nariño. Por su parte, el kikuyo y la falsa poa se destacaron como las mejores especies naturalizadas por su rendimiento y calidad; mientras que el llantén, debido a su calidad, puede ser implementado en las praderas después de que sea evaluado comercialmente.

AGRADECIMIENTOS

A la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), a la Sociedad de Agricultores y Ganaderos de Nariño (SAGAN) y a la Universidad de Nariño, por haber permitido llevar a cabo esta investigación.

REFERENCIAS

- Andrade, M. Evaluación de técnicas de manejo para mejorar la utilización del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov) en la producción de ganado lechero en Costa Rica. Tesis de Licenciatura en Zootecnia. San José: Facultad de Ciencias Agroalimentarias, Escuela de Zootecnia, Universidad de Costa Rica, 2006.
- Apáez-Barrios, P.; Escalante-Estrada, J. A. S.; Sosa-Montes, E.; Apáez-Barrios, Maricela; Rodríguez-González, María T. & Raya-Montaña, Yurixhi A. Producción y calidad nutricional de vaina del frijol chino, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, en función de arreglo topológico y tipo de fertilización. *Rev. FCA UNCUYO*. 48 (2):31-42, 2016.
- Ariza-Nieto, C.; Mayorga, O. L.; Mojica, B.; Parra, D. & Afanador-Tellez, G. Use of LOCAL algorithm with near infrared spectroscopy in forage resources for grazing systems in Colombia. *J. Near Infrared Spectrosc.* 26 (1):44-52, 2018. DOI: <http://doi.org/10.1177/0967033517746900>.
- Ayres, J. F.; Nandra, K. S. & Turner, A. D. A study of the nutritive value of white clover (*Trifolium repens* L.) in relation to different stages of phenological maturity in the primary growth phase in spring Grass For. Sci. 53 (3):250-259, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2494.1998.00137.x>.
- Box, L.; Edwards, G. & Bryant, R. H. Milk production and urinary nitrogen excretion of dairy cows grazing perennial ryegrass-white clover and pure plantain pastures. *Proc. New Zeal. Soc. An.* 76:18-21, 2016. DOI: <http://doi.org/10.1080/00288233.2017.1366924>.
- Cadena, M. M.; García, M. A. & Castro, E. Estabilidad fenotípica de genotipos de *Lolium* sp. en el trópico alto de Nariño, Colombia. *Agron. Mesoam.* 30 (2):483-495, 2019a. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v30i2.34307>.
- Cadena, M. M.; García, M. A.; Meneses, D. H.; Morales, S. P. & Castro, E. Adaptación de diez cultivares de *Lolium* sp. en el trópico alto de Nariño, Colombia. *Agron. Mesoam.* 30 (1):165-178, 2019b. DOI: <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.34094>.
- Correa, H. J.; Carulla, J. E. & Pabón, Martha L. Valor nutricional del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hoechst Ex Chiov.) para la producción de leche en Colombia (Una revisión). *LRRD*. 20 (4):59. <http://www.lrrd.org/lrrd20/4/corra20059.htm>, 2008.
- Cuesta, P. A.; Bolaños, A. M. & Betancourth, C. A. Nuevas especies forrajeras para mejorar la competitividad de los sistemas de producción de leche del altiplano de Nariño. Colombia: CORPOICA, 2006.
- DLF Estero. Forrajeras. Montevideo: DLF Estero S.A. https://estero.com.uy/catalogos/CATALOGO_FORRAJERAS_DLF_ESTERO_2018.pdf, 2018.
- FAO. El sector lechero mundial#: Datos. Roma: FAO. <http://www.dairydeclaration.org/Portals/153/FAO-Global-Facts-SPANISH-F.PDF?v=1>, 2013.
- FAOSTAT. Ganadería primaria. Roma: FAO; 2017.
- FEDEGAN. Estadísticas: Producción. Bogotá: Federación Colombiana de Ganaderos. <https://www.fedegan.org.co/estadisticas/produccion-0>, 2017.
- Flores, G.; Díaz, N.; Díaz, D.; Valladares, J.; Pereira-Crespo, S.; Fernández-Lorenzo, B. et al. Evaluación de cultivares de raigrás italiano e híbrido como cultivo de invierno para ensilar en primavera. *Pastos*. 43 (1):20-34, 2013.
- Gómez-Insuasti, A. S.; Silva-Parra, Amanda; Salazar, J. J. & Andrade-García, J. Producción de materia seca y calidad del pasto kikuyo *P. clandestinum* en diferentes niveles de fertilización nitrogenada y en asocio con aliso *Alnus acuminata* en el trópico alto colombiano. *Anais do 1 Simpósio Internacional de Arborização de Pastagens em Regiões Subtropicais*. Colombo, Brasil: Embrapa Florestas. p. 32-41, 2014.
- Koukolová, V.; Homolka, P.; Koukol, O. & Jančík, F. Nutritive value of *Trifolium pratense* L. for ruminants estimated from in situ ruminal degradation of neutral detergent fibre and in vivo digestibility of organic matter and energy. *Czech J. Anim. Sci.* 55 (9):372-381, 2010. DOI: <http://doi.org/10.17221/304/2009-CJAS>.
- Labreux, María; Hall, M. H. & Sanderson, M. A. Productivity of chicory and plantain cultivars under grazing. *Agron. J.* 96 (3):710-716, 2004. DOI: <http://doi.org/10.2134/agronj2004.0710>.
- Larbi, A.; Hassan, S.; Kattash, G.; Abd El-Moneim, A. M.; Jammal, B.; Nabil, H. et al. Annual feed legume yield and quality in dryland environments in north-west Syria: 1. Herbage yield and quality. *Anim. Feed Sci. Technol.* 160 (3-4):81-89, 2010. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.07.003>.

- Li, G. & Kemp, P. D. Forage chicory (*Cichorium intybus* L.): A review of Its agronomy and animal production. *Adv. Agron.* 88 (5):187-222, 2005. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(05\)88005-8](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(05)88005-8).
- Martínez, M. *Holcus lanatus*. Plan Agropecuario. Uruguay. https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R125/R_125_48.pdf, 2008.
- Matthews, P. N. P.; Kemp, P. D. & Austin, G. M. T. The effect of grazing management on the growth and reproductive development of chicory. *Proc. Agron. Soc. N. Z.* 20:41-43, 1990.
- Méndez, D. G.; Frigerio, K.; Costa, M.; Mattera, J.; Romero, N.; Fontana, L. et al. Producción estacional de forraje de cultivares de *Lolium multiflorum* Lam. en diferentes localidades. En: Memoria Técnica 2013-2014. Argentina: INTA, 2014.
- Mendiburu, F. de. Package 'agricolae'. Statistical Procedures for Agricultural Research. Version 1.3-1. Vienna: The R Project. <https://cran.r-project.org/web/packages/agricolae/agricolae.pdf>, 2019.
- Nie, Z. N.; Miller, S.; Moore, G. A.; Hackney, B. F.; Boschma, S. P.; Reed, K. F. M. et al. Field evaluation of perennial grasses and herbs in southern Australia. 2. Persistence, root characteristics and summer activity. *Aust. J. Exp. Agric.* 48:424-435, 2008. DOI: <http://doi.org/10.1071/EA07136>.
- Powell, A. M.; Kemp, P. D.; Jaya, I. K. D. & Osborne, M. A. Establishment, growth and development of plantain and chicory under grazing. *Proc. N. Z. Grassl. Assoc.* 69:41-45, 2007.
- Reynolds, C. Forage evaluation using measurements of energy metabolism. In: D. I. Givens, E. Owen, R. F. E. Axford and H. M. Omed, eds. Forage evaluation ruminant nutrition. USA: CABI Publishing. p. 95-111, 2000.
- Sánchez, L. & Villaneda, E. Renovación de praderas en sistemas de producción de leche especializada en el trópico alto colombiano. Colombia: CORPOICA, 2009.
- Sanderson, M. A.; Labreuve, Maria; Hall, M. H. & Elwinger, G. F. Nutritive value of chicory and English plantain forage. *Crop Sci.* 43:1797-1804, 2003. DOI: <http://doi.org/10.2135/cropsci2003.1797>.
- Silva, L.; Guevara, P. & Pazmiño, J. Evaluación energética de *Pennisetum clandestinum* y *Lolium perenne* en diferentes edades de corte para alimentación de bovinos. *Maskana*. 6 (ne):199-200, 2015.
- Springer, T. L. S. & Aiken, G. E. Harvest frequency effects on white clover forage biomass, quality, and theoretical ethanol yield. *Biomass Bioenerg.* 78:1-5, 2015. DOI: <http://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.04.003>.
- Terrill, T. H.; Rowan, A. M.; Douglas, G. B. & Barry, T. N. Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *J. Sci. Food Agric.* 58:321-329, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740580306>.
- Toledo, J. M. & Schultze-Kraft, R. Metodología para la evaluación agronómica de pastos tropicales. En: J. M. Toledo, ed. Manual para la evaluación agronómica. Cali, Colombia: CIAT, RIEPT, 1982.
- UDENAR. Granja Lechera Chimangual. Nariño, Colombia: Universidad de Nariño. <http://www.udenar.edu.co/project/granja-lechera-chimangual/>, 2016.
- Van Soest, P. J.; Van Amburgh, M. E. & Tedeschi, L. O. Rumen balance and rates of fiber digestion. New York: Cornell University, 2000.
- Van-Soest, P. J. Composition, maturity, and the nutritive value for forages. In: G. J. Hajny and E. T. Reese, eds. Cellulases and their applications. vol. 95. Washington, USA: American Chemical Society. p. 262-278, 1969.
- Vargas, J.; Pabón, M. & Carulla, J. Producción de metano in vitro en mezcla de gramíneas-leguminosas del trópico alto colombiano. *Arch. Zootec.* 63 (243):397-407, 2014. DOI: <http://doi.org/10.4321/S0004-05922014000300001>.
- Vargas-Martínez, J.; Sierra-Alarcón, Andrea; Benavidez-Cruz, J.; Avellaneda-Avellaneda, Y.; Mayorga-Mogollón, Olga & Ariza-Nieto, Claudia. Establecimiento y producción de raigrás y tréboles en dos regiones del trópico alto colombiano. *Agron. Mesoam.* 29 (1):177-191, 2018. DOI: <http://doi.org/10.15517/ma.v29i1.28077>.
- Velasco-Zebadúa, María E.; Hernández-Garay, A. & González-Hernández, V. A. Cambios en componentes del rendimiento de una pradera de ballico perenne, en respuesta a la frecuencia de corte. *Rev. Fitotec. Mex.* 30 (1):79-87, 2007.

- Villalobos, L. & Sánchez, J. M. Evaluación agronómica y nutricional del pasto ryegrass perenne tetraploide (*Lolium perenne*) producido en lecherías de las zonas altas de Costa Rica. II. Valor nutricional. *Agron. Costarricense*. 34 (1):43-52, 2010.
- Weiss, W. P. Fiber requirements of dairy cattle: Emphasis NDF. Ohio, USA: Department of Dairy Science, 1993.
- Zambrano, Gema; Apráez, J. E. & Navia, J. F. Relación de las propiedades del suelo con variables bromatológicas de pastos, en un sistema lechero de Nariño. *Rev. Cienc. Agr.* 31 (2):106-121, 2014. DOI: <http://doi.org/10.22267/rcia.143102.35>.