



Presión de pastoreo sobre la disponibilidad de forraje *Brachiaria decumbens*

Grazing pressure on forage availability of *Brachiaria decumbens*

 Reategui, K.^{1,*}; Nazario Aguirre¹; Ricardo Oliva¹; Edith Aguirre²
¹ Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, Pucallpa, Perú.

² Universidad Particular de Chiclayo, Mz. H Lt. 9 Urb. Miraflores, Chiclayo, Perú.

Received December 3, 2018. Accepted May 13, 2019.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de dos presiones de pastoreo en la disponibilidad de forraje *Brachiaria Decumbens*. La investigación se llevó a cabo en la Subestación Experimental Quilichao, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cauca, Colombia. Se evaluaron ocho disponibilidades iniciales de 4 300, 4 400, 4 800, 4 900, 6 000, 7 200, 17 400 y 18 900 kg de MSV por hectárea a dos presiones iniciales de pastoreo: baja, 1000 PV/100 kg MSV y alta, 1500 kg PV/100 kg MSV. El diseño fue de bloques al azar, con cuatro réplicas. El área se dividió en 12 subparcelas por tratamiento y la disponibilidad de forraje se midió al inicio, a las 2, 4, 6, 22, 26, 30, 46, 54, 70, 74 y 96 h de pastoreo. Se utilizaron novillos comerciales de la raza cebú, con peso promedio de 350 kg. Los resultados muestran que existen diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre presiones iniciales de pastoreo alta y baja. En ese sentido se concluye que a mayor disponibilidad inicial se tendrá mayor porcentaje de área foliar y tallos, pero menor porcentaje de material muerto, sin embargo, la relación hoja tallo disminuye conforme incrementa la disponibilidad inicial.

Palabras clave: pradera; ganado; disponibilidad; pasto.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of two grazing pressures on the availability of *Brachiaria Decumbens* forage. The research was carried out at the Quilichao Experimental Substation, of the International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cauca, Colombia. Eight initial availabilities of 4 300, 4 400, 4 800, 4 900, 6 000, 7 200, 17 400 and 18 900 kg of MSV per hectare were evaluated two initial grazing pressures: low, 1000 PV / 100 kg MSV and high, 1500 kg PV / 100 kg MSV. The design was of random blocks, with four replicas. The area was divided into 12 subplots per treatment and forage availability was measured at the beginning, at 2, 4, 6, 22, 26, 30, 46, 54, 70, 74 and 96 h of grazing. Commercial bullocks of the zebu race were used, with an average weight of 350 kg. Results show that there are statistical differences ($p < 0,05$) between initial high and low grazing pressures. Therefore, it is concluded that, the higher the initial availability, the higher the percentage of leaf area and stems, but the lower percentage of dead material, however, the leaf stem ratio decreases as the initial availability increases.

Keywords: Meadow; won; availability; grass.

1. Introducción

En América Latina y el Caribe, en países como Brasil, Argentina, México, Uruguay, Colombia y Chile la ganadería bovina es

una actividad de gran importancia económica (Infolactea, 2017) que utiliza tierras con potencial agrícola (Pérez, 2008). Siendo la mayor parte pequeños

How to cite this article:

Reategui, K.; Aguirre, N.; Oliva, R.; Aguirre, E. 2019. Presión de pastoreo sobre la disponibilidad de forraje *Brachiaria decumbens*. Scientia Agropecuaria 10(2): 249 – 258.

* Corresponding author
E-mail: keneth.reategui@gmail.com (K. Reategui).

productores ganaderos con limitada y frágil vinculación al mercado (Cavallotti, 2014); y con el fin de mejorar la competitividad y sostenibilidad del sector ganadero, se han realizado estudios sobre el manejo y la utilización de las praderas (Cajas-Girón et al., 2012).

En las últimas décadas se ha generalizado la siembra y utilización de las *Brachiarias* como sustituto de pastos (Cerdas y Vallejos, 2012). Debido a la amplia gama de ecotipos, se ha podido colonizar diferentes ecosistemas, obtener producciones adecuadas y de calidad aceptable, con buen valor nutritivo (Palacios, 2014), para los sistemas de producción ganadera (Cerdas y Vallejos, 2012). Las gramíneas forrajeras, más distribuidas, del género *Brachiaria* usadas como la principal fuente de alimentación de los bovinos son *Brachiaria humidicola*, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria ruziziensis* (Mármol, 2006).

En la producción pecuaria, es importante el uso de los pastos, siendo necesario conocer la altura y el momento de la cosecha, elementos básicos para el manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo (Villamizar y Salgado, 2017). Se han realizado estudios sobre la edad y altura de corte o pastoreo (Merlo-Maydana et al., 2017), con el fin de identificar los diferentes mecanismos relacionados con la defoliación y sus respuestas en producción de biomasa y persistencia de las especies (Rincon et al., 2008). Todos están directamente relacionados con la acumulación y distribución de lo asimilado en sus diferentes órganos, con el balance de reservas y velocidad de rebrote (Beltrán et al., 2005). Existiendo gran cantidad de datos disponibles para el desarrollo de modelos destinados a explicar o predecir los efectos mutuos de la biodiversidad y la productividad (Brophy et al., 2017; Van et al., 2017), y el impacto de pastoreo (Batáry, 2006).

La defoliación es la remoción de toda o alguna parte aérea de la planta, por algún medio mecánico o por pastoreo (Thomas, 1980), se define en términos de intensidad o proporción de forraje removido, frecuencia o intervalo de tiempo entre defoliaciones (Rincon et al., 2008). Provoca modificaciones en el crecimiento de las plantas y en el metabolismo para promover el desarrollo foliar y restablecer su capacidad fotosintética (Culvenor et al., 1989; Lemaire, 2001). La frecuencia y altura de corte del pasto influyen en la estructura del tapiz de una pradera y afectan la relación

hoja/ tallo, tasa de crecimiento, población de tallos, tasa de expansión foliar y la remoción de meristemas apicales, variables relacionadas con la producción y calidad del forraje (Martínez et al., 2008). La altura de corte está asociada con la cantidad de follaje y yemas remanentes, tiene un efecto directo en el rebrote (Márquez, 2014; Schnellmann et al., 2018).

En pastoreo, cuando la carga es constante, se generan situaciones simultáneas de sobre y subpastoreo, generando cambios en la presión de pastoreo, que se manifiestan a través de cambios en la intensidad y frecuencia de defoliación, alterando en el mediano y corto plazo la altura, estructura, disponibilidad y la composición botánica de la pradera (Morley, 1978), que generan cambios en el comportamiento animal, destinando mayor cantidad de energía para la actividad de pastoreo y búsqueda de sitios accesibles, pudiendo alterar los componentes del comportamiento ingestivo y la actividad de pastoreo como el tamaño de bocado, número de bocados por minuto y tiempo de pastoreo, tiempo de rumia, búsqueda de sitios de pastoreo (Cazzuli et al., 2016).

Por tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la presión de pastoreo en la disponibilidad de forraje *Brachiaria Decumbens* en la Subestación Experimental Quilichao, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cauca, Colombia.

2. Materiales y métodos

El presente estudio se llevó a cabo en la Subestación Experimental Quilichao, del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), ubicada a 40 km al sur de la ciudad de Cali, departamento de Cauca, Colombia; con localización geográfica de 3°6' N y 76°3' O, a 990 m.s.n.m, con 1 800 mm de precipitación media anual y temperatura promedio de 23 °C. Los suelos se clasifican como ultisoles, con pH ácido, de baja fertilidad (Cerón, 2010).

Se utilizaron seis novillos comerciales cebú por parcela, de doce meses de edad, con características similares, con un peso promedio de 350 kg. El número de animales, por parcela, dependió de la biomasa inicial ofrecida de *Brachiaria decumbens*, de la presión de pastoreo y del peso del animal.

El diseño fue de bloques al azar, con cuatro réplicas. Se evaluaron los siguientes tratamientos: A) presión de pastoreo alta (PPA): 1500 kg PV/100 kg MSV y B) presión de pastoreo baja (PPB): 1000 PV/100 kg

MSV. Ambas con cuatro disponibilidades iniciales, PPA (4400, 4800, 6000 y 17400 kg de MSV por hectárea) y PPB (4300, 4900, 7200 y 18900 kg de MSV por hectárea).

La preparación de la pradera consistió en uniformizar y limpiar las parcelas (Uvidia, 2015). La fertilización que se aplicó fue 150 kg/ha de nitrógeno (N), teniendo en cuenta los resultados del análisis químico del suelo y la exigencia nutricional (Rincón y Ligarreto, 2010) de la *Brachiaria decumbens*. La fertilización con N es una estrategia para mejorar la producción de materia seca (Moscat et al., 2018).

El tamaño de las parcelas fue de 600 m², dividido en 12 subparcelas, con estacas que no impedían el libre pastoreo de los animales. La disponibilidad de forraje se midió al inicio y a las 2, 4, 6, 22, 26, 30, 46, 54, 70, 74 y 96 h de pastoreo, con cuadrantes de 0,50 m * 0,25 m, para determinar la biomasa de pasto aéreo remanente, según el método de doble muestreo (Mannetje, 1978, 2000). El tiempo de permanencia de los animales en la pradera fue de 2, 3 y 4 días, ello se debió a la materia seca inicial ofrecida, el número de animales y del cúmulo de forraje existente.

La arquitectura de la pradera se midió en cada período de muestreo, se tomaron tres puntos promedios de la pradera, en una escala visual de 1 a 5 y se cortaron por estratos verticales, las tres disponibilidades inferiores fueron cortadas en estratos de 10 cm, mientras que la mayor disponibilidad fue cortada a 15 cm c/estrato, se separó en hoja, tallo y material muerto.

Se evaluó la intensidad de pastoreo (V), que mide el tiempo de permanencia de la zomasa del cosechador en un área determinada, expresado en (toneladas*hora)/ha (Gastó, 1982). El tiempo puede corresponder al período total, intensidad real de pastoreo (V_r) o al período en que la zomasa desarrolla actividades de cosecha del forraje, intensidad efectiva del pastoreo (V_e). Para el último caso se empleó un reloj de tipo vibracorder que se adhiere al cuello del animal, lo que permite determinar el tiempo efectivo de trabajo de cosecha del animal (Stobbs, 1973).

Los datos del estudio, se ajustaron a los valores de carga remanente. Para ello, se utilizó los valores de la pradera, previos a la disponibilidad inicial (P₀), cuando V= 0 y Q_i = P₀. En cada una de las intensidades de pastoreo (V_i) se determinó el valor de la carga remanente (Q_i). Estos valores se ajustaron a la ecuación 1.

$$Q = (P_0 - C) e^{-kv} + C \quad (1)$$

Donde Q es la carga presente, P₀ es la disponibilidad inicial, k, es la tasa intrínseca de descarga, v es la intensidad de pastoreo (t*/ha) y c es el forraje remanente no disponible para el cosechador.

Los valores de Q, P₀ y C se expresan en las variables materia seca (MS), materia seca verde (MSV), materia seca hoja (MSH), proteína (PC) y energía metabolizable (EM). Para medir la intensidad de utilización (u), de las variables MS, MSV, MSH, PC Y EM. Se empleó la ecuación 2:

$$u = [P_0 - (P_0 - C) e^{-kv} + C] P_0 \quad (2)$$

Una vez obtenido los datos de la carga remanente e intensidad de utilización, se determinó la tasa de descarga o flujo (Jp) en función de la intensidad de pastoreo (dQ/dV), se empleó la ecuación 3, para las variables MS, MSV, MSH, PC y EM. Para ello, se utilizó la derivada de la función de carga remanente ajustado a la ecuación 1.

$$dQ/dV = -k(P_0 - C) e^{-kV} \quad (3)$$

Con la ecuación 4 se determinó la descarga acumulada en el proceso de utilización de la pradera por el ganado, expresado en las variables MS, MSV, MSH, PC y EM.

$$Qv_1 - Qv_2 = (P_0 - C) (e^{-kv_1} - e^{-kv_2}) \quad (4)$$

El consumo de forraje por el ganado no fue determinado experimentalmente. Por las condiciones del estudio y del método experimental empleado, Dado que el consumo pasto por el ganado es aproximadamente igual al flujo (Reategui et al., 2018).

Para determinar la función de arquitectura de la pradera para la variable MS, se utilizó la ecuación 5 propuesta por Gastó y Olivares (1979) donde se establece una relación entre el componente de soporte (tallos) y el componente foliar (hojas).

$$Y = A (1 - e^{-bx}) \quad (5)$$

Donde A es la asíntota en y del tejido folia, b es la pendiente de la relación, x es la cantidad de tallo y, Y es la cantidad de tejido foliar.

3. Resultados y discusión

Características de las praderas

En la [Tabla 1](#) se muestra el contenido de proteína cruda (PC), Fibras Detergente Neutro (FDN), el contenido de Ceniza (CZ), porcentaje de hoja, tallo y material muerto; también se muestra la relación hoja: tallo de la *Brachiaria decumbens* según la disponibilidad inicial a dos presiones de pastoreo.

Tabla 1

Características y disponibilidad inicial de las praderas de *Brachiaria decumbens* utilizadas en los ensayos, para las dos presiones de pastoreo (PPI)

Disponibilidad inicial kg. MS/ha	Hoja	Tallo %	Material muerto	Relación hoja/tallo K : 1	PC	DIV	FDN	Ceniza
					%			
PPA : 1500 kg PV/100 kg MSV								
4400	34	26	40	1,3	8,3	56	68	8,7
4800	40	31	29	1,2	8,2	52	65	8,9
6000	43	47	10	0,9	5,9	64	68	7,7
17400	40	52	8	0,7	6,8	61	72	7,3
PPB : 1000 kg PV/100 kg MSV								
4300	29	28	43	1,0	8,5	61	64	9,2
4900	42	28	30	1,5	9,2	60	64	7,3
7200	38	46	16	0,8	4,6	61	71	7,5
18900	42	48	10	0,8	5,5	58	75	6,3

A medida que la disponibilidad inicial de la pradera es mayor, incrementa el porcentaje hojas y tallo, mostrando una relación inversa con el material muerto, contrario a lo reportado por Calzada-Marín et al. (2018, 2014) y Villareal et al. (2014) quienes encontraron, que la producción de biomasa de tallos y la producción de material muerto del pasto, están correlacionadas de manera positiva con el incremento en la edad de la planta. Sin embargo, el resultado obtenido se debió a la labor cultural realizada en la parcela, previo al inicio del experimento.

Carga remanente

En la Tabla 2 se muestra los parámetros que describen la carga remanente de las praderas de *Brachiaria decumbens* expresada en Materia Seca (MS), Materia Seca Verde (MSV), Materia Seca Hoja (MSH), Proteína Cruda (PC) y Energía Metabolizable (EM), sometidas a dos presiones de pastoreo, con cuatro niveles de disponibilidad inicial en cada presión, con intensidades variables de pastoreo real (V_r). Se encontró que, para la MS, el coeficiente de determinación (r^2) de las praderas sometidas a alta presión de pastoreo (entre 0,84 y 0,90), resultado ser menor que el coeficiente de determinación (r^2) de las praderas sometidas a baja presión de pastoreo (entre 0,94 y 0,98). Sin embargo, Los valores del coeficiente de determinación para la MSH, PC y EM fueron iguales o superiores a 0,91.

Con respecto al remanente no cosechable (C) en la MS se obtuvo entre 2420 y 6600 kg/ha para la PPA, mientras que para PPB se obtuvo entre 2270 y 7700 kg MS/ha, resultado superior al obtenido en la MSV. Mendoza (2011) menciona que la menor presencia de material muerto estuvo asociada a los valores más bajos de oferta de forraje. Esta variación puede deberse al proceso de pastoreo y a la utilización del forraje, debido al consumo de una fracción

del total de forraje por el animal, a la fracción que se destruye por pisoteo y al incremento por contaminación fecal (Díaz, 2007), incrementándose considerablemente el material muerto en la MS.

La cantidad remanente (C) de hojas resulto en general bajo a presiones de pastoreo altas (PPA), fluctuó entre 97 y 263 kg MSH/ha. Ello se debió, según Quinteros (2013) al consumo selectivo del ganado; reporte similar a lo declarado por el CATIE (2013). Dicha preferencia está relacionada con el tamaño, la dureza, entre otras características que hacen incrementar o reducir el consumo (Pérez, 2011). En el proceso de utilización de la pradera el ganado consume preferentemente la hoja por ser el componente de mayor calidad (Rincon et al., 2008).

Los resultados experimentales que se muestran en la Tabla 2 demuestran una marcada diferencia entre V_r y la V_e . Ello trae como consecuencia que la carga remanente sea diferente a iguales valores de V_e . Reategui et al. (2018) afirma que la V_r se refiere a la zoomasa, que utiliza una superficie de praderas, por el tiempo total de permanencia; mientras que la V_e evalúa el tiempo que el ganado se alimenta. Rincon et al. (2008) afirma que la intensidad de defoliación baja, favorece la producción de forraje disponible y residual de los pastos.

Intensidad de utilización

La intensidad de utilización de los componentes de la pradera de *Brachiaria decumbens*, expresado en porcentaje en función a la V_r , a 4300 y 17400 kg MS/ha de P_o de la pradera. En la Figura 1 se puede observar que la MSH representa aproximadamente 88%, componente más utilizado por el ganado en la pradera (Reategui et al., 2018), la MS, fue utilizado en un 34%, mientras que la EM y la PC fue utilizado en un 63%, en ambas variables.

Tabla 2

Parámetros descriptivos de la carga presente (Qi) de *Brachiaria decumbens* con cuatro disponibilidades iniciales de Materia Seca (MS), Materia Seca Verde (MSV), Materia Seca Hoja (MSH), Proteína Cruda (PC) y Energía Metabolizable (EM) a dos presiones de pastoreo, con intensidades variables de pastoreo real (Vr) e intensidades variables de pastoreo efectivo (Ve)

Parámetros	Presión de pastoreo	Disponibilidad inicial kg/ha o EM/ha	Fitomasa no cosechable C kg/ha o EM/ha	Pastoreo real		Pastoreo efectivo	
				Tasa intrínseca de descarga (k)	Coefficiente de determinación (r ²)	Tasa intrínseca de descarga (k)	Coefficiente de determinación (r ²)
MS	PPA : 1500 kg PV/100 kg MSV	4400	3000	6,97 . 10 ⁻⁴	0,90	1,33 . 10 ⁻³	0,92
		4800	2420	1,09 . 10 ⁻³	0,87	2,08 . 10 ⁻³	0,98
		6000	3200	7,70 . 10 ⁻⁴	0,84	1,71 . 10 ⁻³	0,93
		17400	6600	2,35 . 10 ⁻⁴	0,89		
	PPB : 1000 kg PV /100 kg MSV	4300	2800	1,57 . 10 ⁻³	0,98	3,36 . 10 ⁻³	0,99
		4900	2270	3,38 . 10 ⁻⁴	0,94	1,08 . 10 ⁻³	0,94
		7200	2300	4,87 . 10 ⁻⁴	0,97	1,00 . 10 ⁻³	0,98
		18900	7700	3,88 . 10 ⁻⁴	0,96		
MSV	PPA : 1500 kg PV/100 kg MSV	2700	807	1,00 . 10 ⁻³	0,86	1,92 . 10 ⁻³	0,89
		3360	623	8,33 . 10 ⁻⁴	0,93	1,58 . 10 ⁻³	0,94
		5373	1400	5,24 . 10 ⁻⁴	0,92	1,13 . 10 ⁻³	0,96
		1600	2233	2,01 . 10 ⁻⁴	0,93		
	PPB : 1000 kg PV /100 kg MSV	2500	608	1,11 . 10 ⁻³	0,99	2,34 . 10 ⁻³	0,98
		3465	637	5,92 . 10 ⁻⁴	0,97	1,31 . 10 ⁻³	0,98
		6000	800	5,83 . 10 ⁻⁴	0,98	1,19 . 10 ⁻³	0,99
		17000	4400	3,29 . 10 ⁻⁴	0,97		
MSH	PPA : 1500 kg PV/100 kg MSV	1518	180	1,07 . 10 ⁻³	0,95	2,02 . 10 ⁻³	0,96
		1904	97	8,90 . 10 ⁻⁴	0,92	1,70 . 10 ⁻³	0,93
		2567	159	7,20 . 10 ⁻⁴	0,92	1,57 . 10 ⁻³	0,99
		6954	263	3,64 . 10 ⁻⁴	0,91		
	PPB : 1000 kg PV /100 kg MSV	1244	143	1,41 . 10 ⁻³	0,99	3,00 . 10 ⁻³	0,98
		2079	136	8,29 . 10 ⁻⁴	0,95	1,83 . 10 ⁻³	0,98
		2761	120	9,19 . 10 ⁻⁴	0,98	1,88 . 10 ⁻³	0,99
		7962	771	3,64 . 10 ⁻⁴	0,96		
PC	PPA : 1500 kg PV/100 kg MSV	370	142	1,14 . 10 ⁻³	0,95	2,17 . 10 ⁻³	0,97
		391	116	1,05 . 10 ⁻⁴	0,97	1,99 . 10 ⁻³	0,97
		350	99	9,96 . 10 ⁻⁴	0,91	2,15 . 10 ⁻³	0,96
		1231	247	3,79 . 10 ⁻⁴	0,91		
	PPB : 1000 kg PV /100 kg MSV	368	126	1,25 . 10 ⁻³	0,97	2,70 . 10 ⁻³	0,98
		459	125	7,30 . 10 ⁻⁴	0,99	1,61 . 10 ⁻³	0,99
		331	87	1,04 . 10 ⁻³	0,97	2,12 . 10 ⁻³	0,98
		1045	263	4,24 . 10 ⁻⁴	0,95		
EM	PPA : 1500 kg PV/100 kg MSV	8900	4500	7,31 . 10 ⁻⁴	0,92	1,39 . 10 ⁻³	0,93
		8800	2700	7,24 . 10 ⁻⁴	0,98	1,37 . 10 ⁻³	0,98
		14300	4200	5,70 . 10 ⁻⁴	0,92	1,24 . 10 ⁻³	0,98
		38700	9500	3,50 . 10 ⁻⁴	0,94		
	PPB : 1000 kg PV /100 kg MSV	1244	143	1,41 . 10 ⁻³	0,99	2,61 . 10 ⁻³	0,98
		2079	136	8,29 . 10 ⁻⁴	0,98	1,20 . 10 ⁻³	0,98
		2761	120	9,19 . 10 ⁻⁴	0,98	1,56 . 10 ⁻³	0,96
		7962	771	3,64 . 10 ⁻⁴	0,96		

La comparación de las diferentes variables consideradas resaltó el amplio rango de variabilidad que existe entre ellos, lo cual es indicativo de la selectividad del ganado (Quinteros et al., 2013). Similar resultado se obtuvo en la pradera de 17400 kg MS/ha Po. Sin embargo, la diferencia sustancial encontrada entre las dos praderas fue que, a menor Po, le corresponde a un forraje en estado vegetativo más joven. El follaje y los demás componentes son más cosechables por el ganado (Quero y Enríquez, 2013), por lo cual la pendiente de las curvas con valores bajos de Vr, son más pronunciados (Figura 1b), se muestra esta diferencia entre las dos praderas, lo cual se conduce en valores asintóticos similares de las

intensidades máximas de utilización de MSH a valores iniciales diferentes. Además, la intensidad de utilización de la MS tuvo un comportamiento diferente a la MSH. La MS es mayor a mayor Po o viceversa (Fernández, 2005). Ello se explica en base a la transformación de la MSV en MS (Canseco et al., 2007), la cual incrementa su valor en la medida que Vr es mayor (Figura 1b).

Tasa de descarga y descarga acumulada

En la Figura 2a se representan las funciones que describen el flujo de la MS desde la pradera de *Brachiaria decumbens* hacia el animal, observándose que los valores absolutos del flujo aumentan en la medida que la disponibilidad inicial de

forraje es mayor. Obteniéndose 4,36 kg MS/(t Z³h) cuando la P₀ es 18900 kg/ha a PPB y la V_r es cercano a cero; mientras que cuando V_r alcanza u sobrepasa 3000 (t Z³h), el flujo tiende a ser asintótico cerca a cero.

El flujo de la MSV, PC y EM a PPA es similar a la presentada a PPB, aunque cuantitativamente existen algunas diferencias. Se observó que cuando la P₀ es menor, el flujo presenta una tendencia general a reducirse desde el inicio del proceso de cosecha cuando V_r es cercano a cero (Figura 2b).

La mayor descarga acumulada de la pradera a diferentes intensidades de utilización se da a mayor disponibilidad inicial. La tendencia es disminuir en la medida que se reduce la disponibilidad inicial (Reategui et al., 2018). La descarga acumulada de MS, MSV, PC y EM en el proceso de utilización de la pradera con PPB o PPA se ajusta a la misma función, pero con valores cuantitativos ligeramente diferentes. Siendo el consumo de forraje considerado igual a la tasa de descarga de la pradera por el ganado (Canto et al., 2017). De ello, se deriva que la mayor tasa de consumo se logra en praderas de alta disponibilidad inicial y bajas intensidades de pastoreo (Dulau, 2007).

Presión de pastoreo

La intensidad de pastoreo (V_r) no tiene variaciones mayores al cambiar la presión

de pastoreo en praderas de P₀ semejantes (Tabla 3), la variación se encuentra en el tiempo que el ganado requiere para consumir la fitomasa, hasta llegar al mínimo cosechable. Sin embargo, Apezteguía et al. (1992) y Rinaldi et al. (1992) declaran que la presión de pastoreo genera cambios en la pastura, lo que condiciona la cantidad y altura de forraje. Para Reyes et al. (2014) la presión de pastoreo alta garantiza la estabilidad de la asociación.

Arquitectura de la Pradera

El coeficiente de determinación varía de 0,92 a 0,99 (Tabla 4) indicando un elevado ajuste al modelo $Y = A (1 - e^{-bx})$. En los tratamientos se observó que los niveles de mayor disponibilidad inicial tienen un mayor valor absoluto de la pendiente, al relacionar hoja: tallo. Disminuyendo rápidamente la asíntota en los primeros intervalos de intensidad de pastoreo para luego cambiar lentamente, por la dificultad que tiene el animal para consumir el pasto, conforme la disponibilidad de la hoja se haga inaccesible al encontrarse confundida con material muerto. Vengas (2015) afirma que realizar cortes bajos a la *Brachiaria decumbens*, modifica la arquitectura del pasto, limitando su crecimiento debido a la menor cantidad de tallos y estimulando el área foliar.

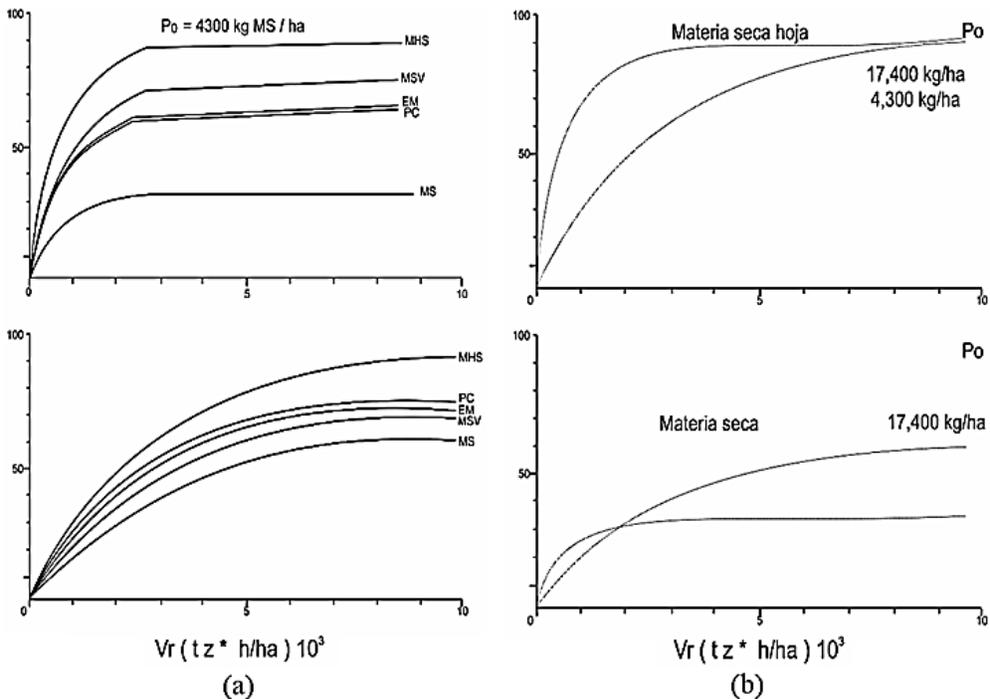


Figura 1. Intensidades de utilización de los componentes de dos praderas de *Brachiaria decumbens* con diferentes valores de P₀ (a) expresado en porcentaje (b) MSH y MS en función de la intensidad de pastoreo real.

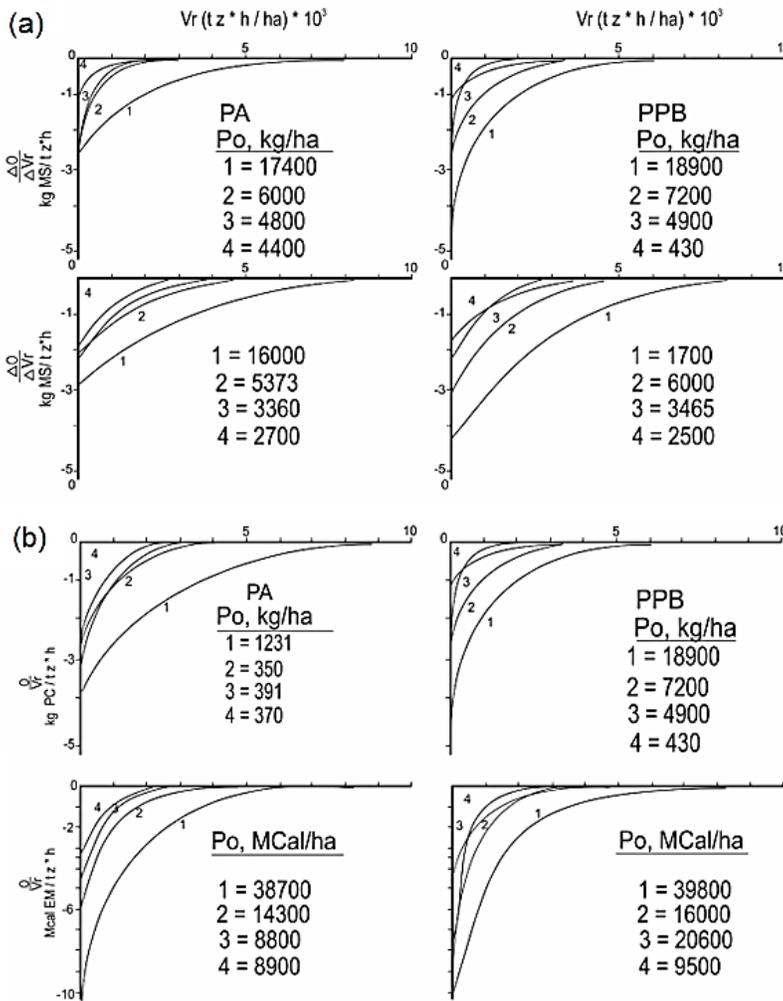


Figura 2. Relaciones entre la tasa de descarga de (a) MS y MSV (b) PC o EM de *Brachiaria decumbens*, a intensidad de pastoreo (V_r), cuatro niveles de forraje disponible inicial (P_o), utilizados a presión de pastoreo alta (PPA) y bajo (PPB) al inicio del periodo de descarga.

Tabla 3

Valores determinados de intensidad de pastoreo (V_r) final para cada disponibilidad inicial (P_o) utilizados a dos presiones de pastoreo (PPA y PPB) y con diferentes periodos de pastoreo (Hr) para *B. decumbens*

P_o kg MSV/ha	PPA		PPB	
	h Hora	V_r t z*h	h Horas	V_r t z*h
2600	55	2359	71	2185
3500	55	3708	79	3621
5500	69	4900	94	4931
16500	53	10100	75	9850

Autores como [Lemaire \(2001\)](#); [Carlassare y Karsten \(2003\)](#), sostienen que la densidad del tallo aumenta con cortes frecuentes y al remover una parte del tejido foliar, debido a la menor competencia por la luz, mientras que cortes poco frecuentes e intensos modifican más la arquitectura de la planta y hay mayor competencia por luz, por lo que

disminuye la densidad de tallos. Asimismo, [Luna et al. \(2015\)](#) al evaluar tres variedades del género *brachiaria* determinaron que la edad de corte tiene un marcado efecto en el comportamiento de los indicadores evaluados, altura de planta, número de hojas y de tallos, relación hoja: tallo y biomasa forrajera, al aumentar el rendimiento.

En las diferencias de la pendiente, a través de las intensidades de pastoreo, no se observó grandes cambios debido al ajuste del modelo en base a las estratas presentes al momento del muestreo, ya que las estratas superiores fueron desapareciendo conforme la intensidad de pastoreo fue mayor. En estos casos también se observó que la pendiente aumentó a baja intensidad de pastoreo, pero conforme dicha intensidad continúa incrementándose, la pendiente disminuye, por las razones mencionadas.

Tabla 4

Parámetros descriptivos de la arquitectura de *Brachiaria decumbens* en cuatro disponibilidades de forraje (Po) utilizadas con presión de pastoreo baja y alta

Presión de pastoreo	Intensidad de pastoreo, Vr	Asintota en Y A	Pendiente b	Coefficiente de determinación r ²
1500 kg PV/100 kg MSV	Po : 4400kg MS/ha			
	0	1522	2,9 . 10 ⁻³	0,99
	214	1278	3,1 . 10 ⁻³	0,98
	1396	412	1,0 . 10 ⁻²	0,98
	2359	179	6,2 . 10 ⁻³	0,99
	Po : 4800 kg Ms/ha			
	0	1904	2,2 . 10 ⁻³	0,97
	1551	912	5,9 . 10 ⁻³	0,98
	2090	263	3,4 . 10 ⁻³	0,99
	3708	120	3,4 . 10 ⁻³	0,99
	Po : 6000 kg Ms/ha			
	0	2567	1,3 . 10 ⁻³	0,98
	356	1760	8,0 . 10 ⁻⁴	0,95
	1636	1444	8,0 . 10 ⁻⁴	0,97
	4908	159	1,5 . 10 ⁻³	0,98
	Po : 17400 kg Ms/ha			
0	6953	3,9 . 10 ⁻⁴	0,96	
1245	2933	4,0 . 10 ⁻⁴	0,98	
4933	1855	4,9 . 10 ⁻⁴	0,98	
8905	885	7,7 . 10 ⁻⁴	0,97	
1000 kg pV/100 kg MSV	Po : 4300 kg MS/ha			
	0	1244	2,8 . 10 ⁻³	0,97
	708	598	5,4 . 10 ⁻³	0,96
	954	288	2,5 . 10 ⁻³	0,98
	2186	142	5,7 . 10 ⁻³	0,98
	Po : 4900 kg MS/ha			
	0	2080	2,3 . 10 ⁻³	0,98
	1237	1075	2,4 . 10 ⁻³	0,98
	2154	469	2,8 . 10 ⁻³	0,98
	3621	137	3,5 . 10 ⁻³	0,99
	Po : 7200 kg MS/ha			
	0	2632	1,4 . 10 ⁻³	0,96
	1364	924	1,0 . 10 ⁻³	0,95
	2413	590	1,6 . 10 ⁻³	0,96
	4931	190	3,7 . 10 ⁻³	0,98
	Po : 18900 kg MS/ha			
0	7961	3,0 . 10 ⁻⁴	0,92	
4167	2440	5,0 . 10 ⁻⁴	0,95	
7124	1304	7,0 . 10 ⁻⁴	0,96	
9812	772	8,0 . 10 ⁻⁴	0,97	

4. Conclusiones

Se concluye que el remanente o material no consumido en la pradera de *Brachiaria decumbens*, está correlacionada positivamente con la disponibilidad inicial, es decir que, a mayor disponibilidad inicial, mayor será el remanente o material no consumido. Asimismo, a mayor disponibilidad inicial se tendrá mayor porcentaje de área foliar y tallos, pero menor porcentaje de material muerto y conforme incrementa la disponibilidad inicial, la relación hoja: tallo disminuye. Sin embargo, se recomienda realizar más estudios en la composición química de la *Brachiaria decumbens*, en la producción de biomásas y en los costos de producción.

Referencias bibliográficas

Apezteguia, E.; Bruni, M.; Orcasberro, R.; Rinaldi, C.; Soca, P.; Garín, D.; Machado, A. 1992. Evaluación de una cobertura de Lotus

con vacunos bajo distintas presiones de pastoreo. En: Producción animal en pastoreo. Editorial Hemisferio Sur. Facultad de Agronomía, EEMAC, Paysandú. 11-21.

Batáry, P.; Báldi, A.; Erdos, S. 2006. Grassland versus non-grassland bird abundance and diversity in managed grasslands: Local, landscape and regional scale effects. In Vertebrate Conservation and Biodiversity; Hawksworth, D.L., Bull, A.T., Eds.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2006; pp. 45–55.

Beltrán, S.; Hernández, A.; García, E.; Pérez, P.; Kohashi, J.; Herrera, J.; Quero, A.; González, S. 2005. Efecto de la altura y frecuencia de corte en el crecimiento y rendimiento del pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*) en un invernadero. *Agrociencia* 39(2): 137-147.

Brophy, C.; Finn, J.A.; Lüscher, A.; Suter, M.; Kirwan, L.; Sebastià, M.-T.; Helgadóttir, Á.; Baadshaug, O.H.; Bélanger, G.; Black, A.; et al. 2017. Major shifts in species' relative abundance in grassland mixtures alongside positive effects of species diversity in yield: A continental-scale experiment. *J. Ecol.* 105: 1210-1222.

- Cajas-Girón, Y.S.; Barragán, W.A.; Arreaza-Tavera, L.C.; Argüelles-Cárdenas, J.; Amézquita, E.; Abuabara-Pérez, Y.; Panza-Tapia, B.; Lascano-Aguilar, C. 2012. Efecto sobre la producción de carne de la aplicación de tecnologías de renovación de praderas de *Bothriochloa pertusa* (L.) A. Camus en la Costa Norte Colombiana. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 13(2): 213-218.
- Calzada-Marina, J.M.; Enríquez-Quiroz, J.F.; Hernández-Garaya, A.; Ortega-Jiménez, E.; Mendoza-Pedroza, S. 2014. Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 5(2):247-260.
- Calzada-Marín, J.M.; Ortega-Jiménez, E.; Enríquez-Quiroz, J.F.; Hernández-Garaya, A.; Vaquera-Huerta, H.; Escalante-Estrada, J.A. 2018. Análisis de Crecimiento del Pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* Schum) en clima cálido subhúmedo. *Agroproductividad* 11(5): 69-75.
- Canto, F.; Valdés, C.; Torres, A.; Moscoso, C. 2017. Mejorando la eficiencia de utilización de pradera de vacas en pastoreo. En Morales, R. y Villarroel, D. Desarrollo de modelos de engorda de vacas excedente de rebños lecheros. *Boletín INIA N° 261*. Chile. Pp. 9-20.
- Canseco, C.; Demanet, R.; Balocchi, O.; Parga, J.; Anwandter, V.; Abarzúa, A.; Teuber, N.; Lopetegui, J. 2007. Determinación de la disponibilidad de materia seca de praderas en pastoreo. En: Teuber N., Balocchi O., Parga J. (eds). *Manejo del pastoreo*. Imprenta América, Osorno, Chile. Pp. 23-50.
- Carlassare, M.; Karsten, D. 2003. Species population dynamics in a mixed pasture under two rotational sward grazing height regimes. *Agron J.* 95: 844-854.
- Cavallotti, B. 2014. Ganadería bovina de carne y leche. Problemática y alternativas. *El Cotidiano* 188: 95-101.
- Cazzuli, F.; Silveira, C.; Montossi, F. 2016. Pastoreo horario para recría invernal de bovinos En La Región de Basalto. Serie Técnica N° 225. Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA Andes 1365, Piso 12. Montevideo – Uruguay.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2013. Estado del Recurso Arbóreo en Fincas Ganaderas y su Contribución en la Sostenibilidad de la Producción en Rivas, Nicaragua. Editores: Sánchez Dalia, Cristóbal Villanueva, Graciela M. Rusch, Muhammad Ibrahim, Fabrice DeClerck. Serie técnica Boletín técnico 60.
- Cerón, 2010. Evaluación agronómica y valor nutricional de 84 accesiones de la leguminosa *Tadehagi triquetrum* en suelos ácidos. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. 85 pp.
- Cerdas, R.; Vallejos, E. 2012. Comportamiento productivo de varios pastos tropicales a diferentes edades de cosecha en Guanacaste, Costa Rica. *InterSedeS* 26: 6-22.
- Culvenor, R.A.; Davidson, A.I.; Simpson, R.J. 1989. Regrowth by swards of subterranean clover after defoliation. 1. Growth nonstructural carbohydrate and nitrogen content. *Ann. Bot.* 64: 545-556.
- Díaz, R. 2007. Utilización de Pastizales Naturales. Editorial Brujas, España. 456 pp.
- Dulau, D. 2007. Estimación del consumo de bovinos en pastoreo. Comparación de distintos métodos. Trabajo de grado, Universidad Nacional de La Plata.
- Fernández, H. 2005. Estimación de la disponibilidad de pasto. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/130-estimacion_9.pdf
- Gastó, C.J. 1982. Arquitectura del pastizal y dinámica de su descarga. In: Taller sobre Evaluación de Germoplasma de Pastos bajo pastoreo en pequeñas parcelas. CIAT, Cali-Colombia. Pp. 45.
- Gastó, C.J.; Olivares, A.E. 1979. Análisis cuantitativo de la arquitectura de *Atriplex repanda* Phil. *Ciencia e Investigación Agraria* 6: 105-113.
- Infolactea, 2017. Análisis y perspectivas de la ganadería en América Latina. Disponible en: <http://infolactea.com/otros/analisis-y-perspectivas-de-la-ganaderia-en-america-latina/>
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: Proc. XIX International Grasslands Congress. Sao Paulo. Brasil.
- Luna, M.; Ricardo, L.; Reyes, J.J.; Avellaneda, J.A.; Coronel, A.L.; Iza, N.B.; Luna, M.V. 2015. Respuesta agronómica de tres variedades de *brachiaria* en el cantón El Empalme provincia del Guayas, Ecuador. *Ciencia y Tecnología* 8(2): 45-50.
- Mármol, J.F. 2006. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. X Seminario de Pastos y Forrajes. Universidad de Zulia, Venezuela. p. 1. Disponible en: http://www.avpa.ula.ve/congresos/seminario_pasto_X/Conferencias/A1Jesus%20Faria%20Mar mol.pdf
- Martínez, D.; Hernández, A.; Enríquez, J.F.; Pérez, J.; González, S.; Guadalupe, J. 2008. Producción de forraje y componentes del rendimiento del Pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación *Téc Pecu Méx* 46(4): 427-438.
- Márquez, S. 2014. Evaluación de diferentes frecuencias de corte a una altura de 40 cm en pasto guinea mombaza (*Panicum maximum*, Jacq), en condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel del árbol de campano (*Pithecellobium saman*) en la época seca, en el municipio de Sampués. Trabajo de grado, Universidad de Sucre, Colombia, 88 pp.
- Mendoza, C.; Pabón, R.; Carulla, F. 2011. Variaciones diarias de la oferta forrajera, efecto sobre la producción y calidad de la leche. *Rev. MVZ Córdoba* 16(3): 2721-2732.
- Merlo-Maydana, F.; Ramírez-Avilés, L.; Ayala-Burgos, A.; Ku-Vera, J. 2017. Efecto de la

- edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff en Yucatán, México. *Journal of the Selva Andina Animal Science*. Bolivia. All rights reserved 4(2): 116-127.
- Morley, F.H.W. 1978. Animal production studies. En: L. t Mannelje. Measurement of Grassland Vegetation and Animal Production. Commonwealth Agricultural Bureaux. Bull. 52. Hurlley, Berkshire, Inglaterra. Pp. 103-162.
- Moscat, B.; Frota, M.; Campos, D.; Ferraz, F.; Miranda, C. 2018. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. *Revista Ciência Agronômica* 49(3): 529-536.
- Palacios, E. 2014. Pastos y forrajes tropicales introducidos y experimentados en el alto de mayo. Disponible en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pastos-forrajes-tropicales-introducidos-t30925.htm>
- Pérez, R. 2008. El lado oscuro de la ganadería. *Problema del desarrollo* 39(154): 217-227.
- Pérez, N. 2011. Rasgos funcionales que determinan la calidad nutricional y preferencia de leñosas forrajeras para su inclusión en sistemas de alimentación ganadera en zonas secas. Tesis MSc. CATIE, Turriabla, CR. Pp. 98.
- Quero, C.; Enriquez, J.F. 2013. Manejo de pastos y forrajes tropicales. Cuadernos Científicos GIRARZ 13. Perozo Bravo A.(ed.) Fundación GIRARZ. Ediciones Astro Data S.A. Maracibo, Venezuela. 143-154.
- Quinteros, C.; López, P.M.; Feijóo, S.; Bava, J.; Arias, N. 2013. Dieta de verano de bovinos pastoreando en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*) y mallines de Chubut, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* 45(1): 285-292.
- Reategui, K.; Muñoz, M.H.; Aguirre, N.; Domínguez, G. 2018. Impacto de la presión de pastoreo sobre la disponibilidad de forraje. 1era Edición. Hecho el depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2018-08272. Pasaje La Cantuta 101.
- Reyes, F.; Hernández, D.; Carballo, M.; González, A.; Sánchez, T.; Lamela, L. 2014. Efecto de la presión de pastoreo en la estabilidad del estrato herbáceo en un sistema multiestrato. *Pastos y Forrajes* 37(3): 264-269.
- Rinaldi, C.; Machado, A.; Garin, D.; Soca, P.; Apezteguía, E.; Orcasberro, R. 1992. Presiones de pastoreo y performance de novillos pastoreando una cobertura de *Lotus corniculatus*. XIII Congreso de la Asociación Argentina de Producción Animal. Santa Fé, Argentina.
- Rincón, A.; Ligarreto, G. 2010. Relación entre nitrógeno foliar y el contenido de clorofila, en maíz asociado con pastos en el Piedemonte Llanero colombiano. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11(2): 122-128.
- Rincon, A.; Adolfo, G.; Garay, G. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo Y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. *Rev. Fac. Nac. Agr. Medellín* 61(1): 4336-434.
- Schnellmann, L.P.; Verdoljak, J.J.O.; Bernardis, A., Martínez-González, J.C.; Castillo-Rodríguez, S.P.; Joaquín-Cancino, S. 2018. El pasto gatton (*Panicum maximum* cv. gatton panic) una alternativa para el noroeste del Chaco, Argentina. *Agroproductividad* 11(5): 118-123.
- t Mannelje. 1978. Measuring of vegetation and Animal Production of Grasslands Bull. 52 Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops, England.
- t Mannelje. 2000. Measuring biomass of grassland vegetation in Field and Laboratory Methods for Grassland and Animal Production, Edited by, L. t Mannelje and R.M. Jones. cap. 7.
- Stobbs, T.H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. *Australian Journal of Agricultural Research* 24(6): 809 - 819.
- Thomas, H. 1980. Terminology and definitions in studies of grassland plants. *Grass Forage Sci.* 35(1): 13-23.
- Uvidía, H.; Ramirez, J.; Vargas, J.; Leonard, I.; Sucoshañay, J. 2015. Rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* vc Maralfalfa en la Amazonía ecuatoriana. *Revista electrónica de Veterinaria* 16(6): 1-11.
- Van, M.; Bellocchi, G.; Höglind, M. 2017. Effects of Climate Change on Grassland Biodiversity and Productivity: The Need for a Diversity of Models. *Agronomy* 8(14): 2-14
- Vengas, L. 2015. Dinámica de crecimiento y criterios de pastoreo para optimizar el uso de praderas *Brachiaria brizantha* cv Toledo. Tesis de magister. Universidad de Lasalle. Colombia. Pp. 242.
- Villamizar, I.; Salgado, S. 2017. Evaluación de diferentes frecuencias de corte a una altura de 30 cm en pasto guinea mombaza (*Panicum maximum*, Jacq), en condiciones de sol y sombra natural influenciada por el dosel del árbol de campano (*Pithecellobium saman*) en el municipio de Sumpués, Sucre. Trabajo de grado, Universidad de Sucre, Colombia. Pp. 93.
- Villareal, J.; Hernández, A; Martínez, P.; Hernández P.; Guerrero, J.; Velasco, M. 2014. Rendimiento y calidad de forraje del pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 5(2): 231-245.