

RELACIÓN DE LA PROPORCIÓN DE SOMBRA EN EL POTRERO CON EL RENDIMIENTO, CALIDAD DEL FORRAJE Y GANANCIA DIARIA DE PESO EN NOVILLOS

Relationship of Shade Proportion in the Pasture With Yield, Quality of Forage and Daily Weight Gain in Steers

Néstor Enrique Obispo*, Yusmary Espinoza, José Luis Gil, Francisco Ovalles, Evelyn Cabrera y María Juana Pérez

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP).
Maracay, Aragua, Venezuela. * nobispo@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la relación entre la proporción de sombra en el potrero, producción y calidad de forraje y ganancia diaria de peso en novillos mestizos (*Bos indicus* x *Bos taurus*) se seleccionaron cuatro potreros de acuerdo al grado de cobertura arbórea y clasificados como los tratamientos en base al nivel de sombra como: alto (35%), medio (30,7%), bajo (22,5%) y sin sombra (5%). El estudio se llevó a cabo en una finca, cercana a la localidad Marín, estado Yaracuy, Venezuela. Se evaluó la producción de biomasa y los niveles de proteína cruda (PC), fibras detergentes neutras (FDN) y ácida (FDA) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS). Para evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) se introdujeron 58 novillos con un peso promedio de 370 ± 24 kg, los cuales fueron distribuidos en los cuatro potreros a razón de 1,7 UA/ha/tratamiento durante 90 días. El efecto de la sombra se reflejó en una reducción ($P < 0,05$) de alrededor del 30% de la producción de biomasa, pero de mejor calidad en el caso de los potreros sombreados con incrementos significativos en la DIVMS (50,1% sin sombra vs. 70,3% alta sombra). Los resultados de la GDP guardaron cierta proporcionalidad con la magnitud de sombra en el potrero, a mayor grado de sombreado más alta fue la GDP ($P < 0,05$) con valores de 1,48; 0,76; 0,59 y 0,22 kg/día para los potreros con niveles alto, medio, bajo y sin sombra, respectivamente. El análisis de componentes principales permitió separar los potreros con sombra, vinculándolos con los contenidos de PC, digestibilidad y mayor GDP, en contraposición con el rendimiento y contenido de FDN y FDA, asociados al potrero sin sombra. El sombreado mejoró la calidad de la pastura a través de cambios en los niveles de proteína, disminución de las estructuras fibrosas, y consecuentemente mejora en DIVMS, lo que finalmente se tradujo en mejores GDP en los animales.

Palabras clave: Sombra, rendimiento, calidad del forraje, ganancia diaria de peso, Venezuela.

ABSTRACT

In order to evaluate the relationship between shade levels on yield and chemical composition of forage and on weight daily gain (WDG) of Zebu crossbreed steers (*Bos indicus* x *Bos taurus*), four paddocks were selected with four shade levels: high (35%), medium (30.7%), low (22.5%), and no shade (5%). The study was conducted at a farm near to town of Marín, Yaracuy State, Venezuela. There were evaluated forage production and levels of crude protein (CP), neutral (NDF) and acid detergent (ADF) fibers, and *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD). To evaluate the WDG, 58 steers, averaging 370 ± 24 kg, were distributed in the four paddocks at a rate of 1.7 AU/ha during 90 days. Shadow effect was reflected on a yield reduction ($P < 0.05$) of about 30% of grass yield, as well significant changes on pasture quality, but with significant increments on IVDMD values (50.1% for no shade vs. 70.3% for high shade). Results of the WDG had some proportionality to the magnitude of shade in the pasture, as higher the shading, higher WDG ($P < 0.05$) with values of 1.48, 0.76, 0.59 and 0.22 kg/day for high, medium, low, and no shade, respectively. Principal component analysis allowed separating the pastures with shade, linking them to CP content, IVDMD, and increased WDG, as opposed to pasture yield and cell wall carbohydrates content, associated with no shade paddocks. Shading improved pasture quality through changes in CP, decreased in NDF and ADF, and consequently increases on IVDMD, which resulted in higher WDG in the steers.

Key words: Shade, yield, forage quality, average daily gain, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

Los ganaderos, aunque siempre han reconocido el valor de los árboles en sus fincas, de los cuales pueden obtener madera y postes para sus cercas, entre otros usos directos, igualmente entienden de los beneficios indirectos e importantes que tienen sobre la productividad ganadera [34]. El bosque primario es un aporte importante de fuentes alimenticias extraordinarias para el ganado que potencian la conversión de alimentos y proporciona condiciones microclimáticas, especialmente sombra, bajo la cual los animales mitigan mucho el calor ambiental, bienestar que se refleja en los índices productivos. Los sistemas de producción ganaderos, en general, están influenciados por factores bióticos y abióticos que interactúan de manera imperceptible afectando la eficiencia productiva de los animales [2].

La disponibilidad en cantidad y calidad del forraje también influye sobre el comportamiento productivo animal. En general, el ganado bovino (*Bos indicus* y *Bos taurus*) prefiere las áreas con mayor cantidad y calidad de forraje, y muestran mejores comportamientos productivos cuando la oferta de vegetación es heterogénea, especialmente con baja carga animal [17, 18]. Estas condiciones han sido manejadas por los ganaderos; sin embargo, todavía se siguen realizando prácticas de deforestación para ampliar las áreas de pastoreo con gramíneas que en muchas ocasiones se realizan con demasiada amplitud [14, 22].

La eliminación del bosque impacta fuertemente el ambiente de desarrollo ganadero y el resultado son sistemas de producción bovina con grandes extensiones de pasturas con poco o ningún nivel de sombra arbórea, condiciones donde los animales ven comprometido su estado de confort, sufriendo de estrés calórico, que finalmente repercute sobre los indicadores productivos [11, 14].

Dada la importancia del nivel de la sombra arbórea en las zonas de pastoreo, esta investigación se orientó a evaluar la relación entre la cobertura arbórea presente en el potrero, producción y calidad de forraje y ganancia diaria de peso en novillos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó en la finca Rancho Alegre (UTM E534.652, 44; E535.142, 33 y N1.143.947, 01; N1.144.383, 27), cercana a la población de Marín, ubicada en el municipio San Felipe, estado Yaracuy, Venezuela, con una superficie total de más de 3600 ha. La zona se caracteriza por tener suelos moderadamente bien drenados, fértiles, profundos, con texturas medias a ligeramente finas, que fluctúan entre franco arenoso, franca y franco arcilloso [21]. En la zona predominan los Alfisoles e Inceptisoles [27], en una zona de vida correspondiente al bosque seco tropical. El estudio se condujo durante los meses de junio a septiembre del año 2006.

La vegetación arbórea estuvo dominada por samán (*Samanea saman* (Jacq.) Merrill), árbol que desarrolla una copa y un sistema radicular muy extenso. La vegetación del pastizal

(gramíneas) estuvo constituida por los pastos guinea (*Panicum maximum*), 70% y estrella (*Cynodon lemfluensis*), 28%.

Para la ubicación de las áreas de investigación dentro de la finca se utilizó la información obtenida a través de la imagen Ikonos del año 2006 (FIG. 1). Una vez determinada la superficie de copa de los árboles presente se definió el nivel de sombreado de acuerdo a la superficie de cada potrero [20] y para los fines de esta investigación se clasificaron como (porcentaje de sombra y superficie en hectáreas): potrero I (35% y 7,31); potrero II (30,7% y 5,45); potrero III (5% y 6,58) y potrero IV (22,5% y 8,6). Los tratamientos se enunciaron de acuerdo al nivel de sombreado como alto (potrero I), medio (potrero II), sin sombra (potrero III) y bajo (potrero IV).

Para el muestreo de biomasa del pastizal, con la ayuda de una cuadrícula de 0,25 m² colocada en el punto seleccionado, se procedió a cortar todo el pasto en ella contenido desde una altura de 10 cm, tomándose ocho repeticiones al azar en cada potrero. Estas muestras fueron colectadas después de un período de crecimiento de 45 días (d) posterior a un pase de rotativa (New Holland®, 930B, EUA) y luego cada 15d hasta el final de la investigación. El material cosechado, después de pesado (Balanza de precisión Sartorius®, 5 kg/ 0,001g, Reino Unido), fue llevado al laboratorio y colocado en estufa (VWR®-1600, EUA) 104°C x 24 horas (h) hasta peso constante, obteniéndose el porcentaje de materia seca (MS) para obtener una estimación del rendimiento de la pastura en el potrero.

Las muestras fueron procesadas en el laboratorio de Nutrición Animal del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), en una muestra compuesta para cada potrero, de acuerdo a la fecha de muestreo, a las cuales se les determinó los contenidos de proteína cruda (PC) [1], fibra de-



FIGURA 1. PARCELAS DELIMITADAS EL ÁREA DE ESTUDIO EN LA FINCA RANCHO ALEGRE, MUNICIPIO SAN FELIPE, YARACUY [20].

tergente neutra y ácida (FDN y FDA) [10] y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) [32].

Para evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) se introdujeron 58 novillos mestizos (*Bos indicus* x *Bos taurus*) dos años, provenientes de la cría de la finca, con un peso promedio de 370 ± 24 kg, los cuales fueron distribuidos en los cuatro potreros a razón de 1,7 unidades animal /ha /tratamiento. Los animales fueron desparasitados previamente (Albendazol) y mantenidos en cada potrero por un período de pastoreo de tres meses. Se tomaron los pesos iniciales y el peso final, y con la diferencia entre estos pesos dividido entre el número de días de pastoreo se determinó la GDP.

Los tratamientos fueron arreglados en un diseño completamente aleatorizado. Los resultados fueron analizados por análisis de la varianza con separación de medias por la mínima diferencia significativa ajustada de Fisher [31]. Una apreciación de la variabilidad explicada para los efectos de sombra, rendimiento y calidad de pasto y la productividad animal se realizó por medio del análisis multivariado de componentes principales [25].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente estudio, el efecto de la sombra se reflejó en una reducción ($P < 0,05$) del 33% en la cantidad de pasto producido; sin embargo, este efecto se tradujo en un cambio significativo en la calidad, como puede observarse en el valor de la digestibilidad (TABLA I).

Se puede apreciar que los resultados de la GDP (TABLA I) guardan un patrón de proporcionalidad con la magnitud de la sombra en el potrero, a mayor nivel de sombreado más alta fue la GDP ($P < 0,05$). Cuando se comparó cero sombra (potrero control) con alto, medio y bajo grado de sombra se observó que la GPA fue 85; 71 y 62% mayor, respectivamente. Higgins y col. [13] han señalado incrementos en la GDP cuando se proveen sombreaderos portátiles como alternativa para aminorar el efecto de la temperatura ambiental en los días de intenso calor del verano, lográndose incrementos de hasta 20%

superiores al grupo control que no recibió la cobertura portátil y hasta 60% de incremento donde se evaluó la sombra de cobertura arbórea.

Algunas investigaciones indican que el dosel de los árboles, y la sombra *per se* crea condiciones de microclima que inciden positivamente en el comportamiento del ganado, como incremento del tiempo dedicado a pastorear y rumiar, baja el consumo de agua, mejora sus procesos de termorregulación, incrementa el consumo voluntario de forraje, baja en la mortalidad de animales jóvenes (mejor condición corporal y producción de leche de las madres y mejor respuesta inmunológicas a enfermedades) y mejoras en el comportamiento reproductivo del hato, entre otros [3, 9, 15, 24], que se reflejan en la productividad de los animales [4].

En los sistemas silvopastoriles con bosques, como es el caso de este estudio, se presentan ofertas alimenticias como las hojas y los frutos de árboles y mejoras en los bancos forrajeros, que representan una ventaja competitiva desde el punto de vista nutricional, lo que garantiza una sincronización de la proteína y energía consumida, al tener los animales una mayor capacidad de seleccionar y balancear la dieta [16, 26].

En este estudio, la producción de biomasa del pastizal, en relación con el nivel de sombra en el potrero, se afectó significativamente (TABLA I). En los niveles de sombreado medio y alto ocurrió en una reducción de aproximada del 33% en el rendimiento de MS con respecto a los potreros de baja y cero sombra. Este comportamiento, aunque obedece a múltiples factores como interacción árbol-gramínea [30], condiciones de suelo y clima, grado de modificación del microclima y micronutrientes del suelo [7, 29, 36], ha sido relacionado con la cantidad y calidad de luz sobre el pastizal y el grado de tolerancia de la gramínea a la sombra [12].

Sin embargo, aunque la oferta de forraje disminuyó, los resultados de los contenidos de proteína, FDN y FDA y la digestibilidad (TABLA I) muestran cambios significativos en la calidad del pasto cuando se relaciona con el grado de sombra del potrero. La PC del pasto en los potreros con niveles de sombra baja y mediana resultaron en cuatro unidades porcen-

TABLA I
GANANCIA DIARIA DE PESO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LA PASTURA EN CUATRO ÁREAS DE PASTOREO CON DIFERENTES PROPORCIONES DE SOMBRA ARBÓREA

Variable†	Nivel de sombreado			
	Sin sombra	Bajo	Medio	Alto
Rend. MS, kg/ha	14094a‡	14040a	9997b	8854c
PC, %	8,30c	12,80b	11,97b	13,58a
FDN, %	67,18a	63,08c	61,18d	64,14b
FDA, %	42,87a	36,46c	38,05b	35,60d
GDP, kg/d	0,22c	0,59b	0,76ab	1,48a
Digestibilidad	50,11c	71,09a	66,51b	70,30a

†= a, b, c, d, Valores con letras distintas dentro de la fila son diferentes ($P < 0,05$).

tuales más altas que los del potrero con cero sombras y 5,1 para el caso del potrero con el nivel alto. Incrementos similares del contenido de PC relacionados con el nivel de sombra fueron observados por Hernández y Guenni [12]. Los incrementos proteicos en la pastura observados en ésta coinciden con el efecto del sombreado arbóreo sobre pasturas tropicales reportados por algunos autores [5, 6, 23, 36]. Estos cambios en el contenido de PC de los forrajes bajo sombra han sido relacionados a variados factores que ocurren debajo del dosel arbóreo como cambios en la temperatura, humedad del suelo, contenido de materia orgánica y de la actividad de la biota edáfica presente [7, 30, 35, 37], que incrementan la disponibilidad de los nutrientes en el suelo para las gramíneas bajo sombra lo que se traducen en mayores niveles de nitrógeno en la planta, disminución del contenido de fibra cruda y por ende, un mejoramiento en la digestibilidad de la MS.

Por otro lado, los contenidos de carbohidratos estructurales (FDN y FDA) mostraron valores que igualmente variaron ($P < 0,05$) en relación con el nivel de sombra en el potrero (TABLA I). Aunque son múltiples los factores ambientales que inciden sobre el crecimiento del forraje y que afectan la formación de paredes celulares, la temperatura ambiental ha sido considerada como el factor que ejerce mayor influencia sobre la calidad del forraje. La temperatura ambiental hace que se incremente el contenido de lignina en la pared celular y promueve un incremento de la actividad metabólica con elevación de la tasa de crecimiento, lo cual disminuye el pool de metabolitos en el contenido celular [33]. Esta actividad reduce los con-

tenidos de nitratos, proteína y carbohidratos solubles del pool metabólico, mientras que aumentan los componentes de la pared celular. A mayor temperatura aumenta la actividad enzimática asociada a la biosíntesis de lignina [33]. Sin embargo, la incidencia lumínica parece ejercer acción directa sobre el metabolismo a través de la fotosíntesis con la generación de carbohidratos, especialmente glucosa [33], con incrementos de la producción de biomasa, pero igualmente aumenta la relación tallo-hoja en forrajes expuestos a plena luz solar, lo que reduce la digestibilidad de la pastura [8].

El incremento de la DIVMS del pastizal en los potreros sombreados se traduce en mejoras de la calidad del forraje. La DIVMS pudiera deberse a los menores contenidos de FDA, fracción que contiene los componentes menos digestibles del forraje [33]. En relación con la menor digestibilidad, los valores para los potreros con sombra baja y alta mostraron un incremento de 17,6 unidades porcentuales y de 13,6 para el potrero con sombra intermedia. Estos valores de DIVMS se encuentran dentro de los rangos observados para el pasto guinea (*Panicum maximum*), de 52 a 61% en condición de rebrote maduro [19]. Estas mejoras en la digestibilidad pudieran deberse a los mejores contenidos de PC y los menores valores de FDA encontrados en cada nivel de sombreado arbóreo.

En el análisis de componentes principales utilizando el nivel de sombra en el potrero como criterio de clasificación, los dos primeros componentes explicaron el 81% de la variabilidad observada (FIG. 2). En la TABLA II se presentan los autovalores de las variables en los componentes, así como el coe-

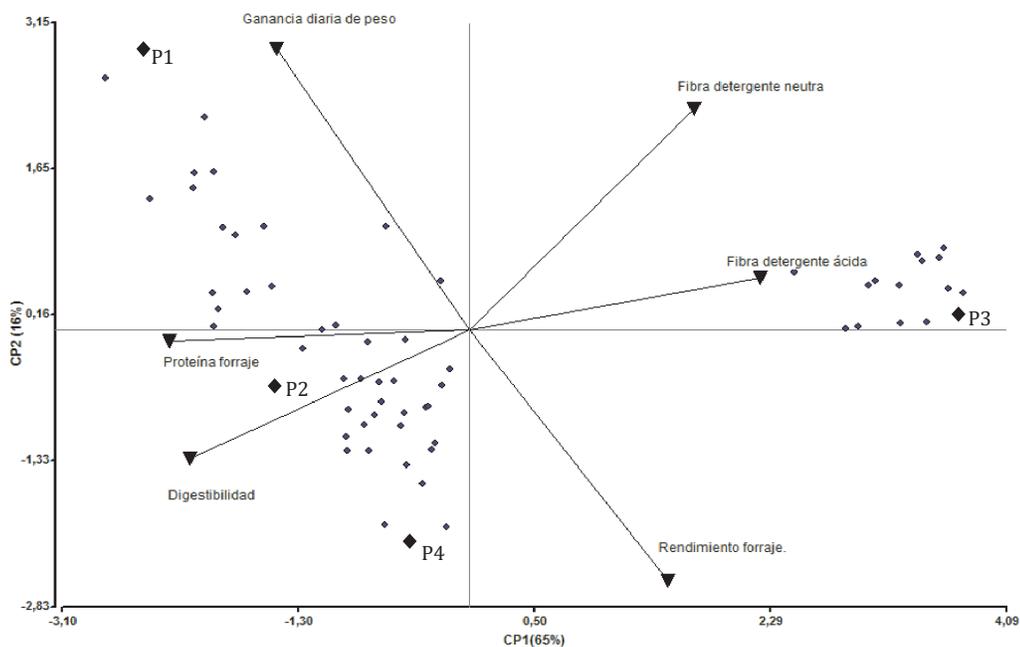


FIGURA 2. COMPONENTES PRINCIPALES DE LAS VARIABLES GANANCIA DIARIA DE PESO EN NOVILLOS, PROTEÍNA CRUDA, FIBRAS DETERGENTES NEUTRA Y ÁCIDA, DIGESTIBILIDAD Y RENDIMIENTO DEL FORRAJE CATEGORIZADAS POR EL SOMBREADO ARBÓREO DEL POTRERO (P). LOS PUNTOS EN LOS CUADRANTES REPRESENTAN LA DISTRIBUCIÓN DE LOS NOVILLOS EN LOS POTREROS. LOS VALORES PORCENTUALES ENTRE PARÉNTESIS EN LOS EJES INDICAN EL GRADO DE VARIABILIDAD EXPLICADA POR EL COMPONENTE.

TABLA II
AUTOVECTORES Y COEFICIENTE DE CORRELACIÓN
COFENÉTICA DE LAS VARIABLES

Variables	Eje 1	Eje 2
GDP	-0,31	0,61
PC	-0,49	-0,02
FDN	0,37	0,48
FDA	0,47	0,11
Digestibilidad	-0,45	-0,28
Rendimiento	0,32	-0,55
Correlación cofenética	0,964	

ficiente de correlación cofenética que señala, que existe una buena estructuración jerárquica entre las variables analizadas [28]. El primer componente (65%) separó claramente los potreros con sombra, vinculándolos con los contenidos de PC, digestibilidad y GDP, en contraposición con el rendimiento y contenido de carbohidratos fibrosos. Similarmente, la GDP tuvo un peso importante en la formación del segundo componente y en contraposición a la variable rendimiento igualmente importante. En relación con la sombra, hubo una clara relación de la PC con la digestibilidad. La digestibilidad a su vez fue opuesta al contenido de FDA y relacionada con el potrero III, con mayor incidencia lumínica.

Finalmente, la representación de los animales en la Figura permite observar claramente dos grupos de individuos, uno describiendo una distribución ligeramente extendida a lo largo de los potreros con mediana baja, mediana alta y alta sombra, vinculados con la GDP, PC y DIVMS, y otro grupo relacionado al potrero de sin sombra fuertemente asociado a la variable FDA, que puede explicar las menores GDP obtenida por estos novillos en esta investigación.

CONCLUSIONES

La sombra arbórea en los sistemas de producción ganaderos se destaca como un componente mejorador de la productividad del hato. El sombreado mejora la calidad de la pastura a través de cambios positivos en los contenidos de proteína, disminución de las estructuras fibrosas, y consecuentemente mejora en la digestibilidad, lo que finalmente se traduce en mejores ganancias de peso de los animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). Official Methods of Analysis. 15th Ed. Arlington, EUA. 957 pp. 1990.

[2] BETANCOURT, K.; IBRAHIM, M.; HARVEY, C. A.; VARGAS, B. Efecto de la cobertura arbórea sobre el compor-

tamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa, Nicaragua. **Agrofor. Am.** 10: 47-51. 2003.

- [3] BIRD, P.R.; BICKNELL, D.; BULMAN, P.A.; BURKE, S.J.A.; LEYS, J.F.; PARKER, J.N.; SOMMEN, F.J.; VAN DEN; VOLLER, P. The role of shelter in Australia for protecting soils, plants and livestock. **For. Sci.** 43:59-86. 1993.
- [4] BLACKSHAW, J.K; BLACKSHAW, A.W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviors: A review. **Aus. J. Exp. Agr.** 34: 285-295. 1994.
- [5] CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Inicio de florecimiento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreado natural. **Pes. Agr. Bras.** 37:717-722. 2002.
- [6] CRUZ, P. Effect of shade on the growth and mineral nutrition of a C4 perennial grass under field conditions. **Plant Soil.** 188:227-237. 1997.
- [7] CRUZ, P.; SIERA, J.; WILSON, J.R.; DULORNME, M.; TOURNEBIZE, R. Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. **Ann. Arid Zone.** 38: 335-361. 1999.
- [8] DA SILVA, J.H.; JOHNSON, W.L.; BURNS, J.C.; ANDERSON, C.E. Growth and environment effects on anatomy and quality of temperate and subtropical forage grasses. **Crop Sci.** 27:1266-1273. 1987.
- [9] DJIMDE, M.; TORRES, F.; MIGONGO-BAKE, W. Climate, animal and agroforestry. In Reifsnyder, W.S.; Darnhofer, T.O. (Eds.). **Meteorology and Agroforestry.** Icrat. Nairobi, Kenya. 463 pp. 1989.
- [10] GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). ARS/USDA Handbook No. 379, Superintendent of Documents, US Government Printing Office, Washington, D.C. 20402. 24 pp. 1970.
- [11] HAHN, G.L. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. **J. Anim. Sci.** 77(Suppl. 2): 10-20.1997.
- [12] HERNÁNDEZ, M.; GUENNI, O. Producción de biomasa y calidad nutricional del estrato graminoide en un sistema silvopastoril dominado por samán (*Samanea saman* (Jacq) Merr). **Zoot. Trop.** 26: 439-453. 2008.
- [13] HIGGINS, S.F.; AGOURIDIS, C.T.; WIGHTMAN, S.J. Shade options for grazing cattle. Cooperative Extension Service. University of Kentucky, College of Agriculture, **Bull. AEN-99:** 8 pp. 2011.
- [14] IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C.; CASASOLA, F.; ROJAS, J. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. **Pastos y Forraj.** 29: 383-419. 2006.

- [15] JOHNSON, H.D; RAGSDALE, A.C.; SHANKLIN, M.D. Effect of various temperature-humidity combinations on milk production of Holstein cattle. *Mo. Agric. Exp. Stat. Res. Bulletin* No. 791. Pp. 1-39. 1962.
- [16] LASCANO, C. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas de doble propósito. En: Clavero, C.T. (Ed.) **Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical**. Astro Data. Maracaibo, Venezuela. Pp 29-39. 1996.
- [17] MAHECHA, L. Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. **Rev. Col. Cien. Pec.** 16: 11-18. 2003.
- [18] MÁRMOL, J.F. Manejo de pastos y forrajes en la ganadería de doble propósito. **Memorias X Seminario de Pastos y Forrajes**. Fac. Ciencias Veterinarias, La Universidad de Zulia, 04/20-22.Venezuela. Pp 1-9. 2006.
- [19] MINSON, D.J. The digestibility and voluntary intake by sheep of six tropical grasses. **Aust. J. Exp. Agri. Anim. Husb.** 12: 21-27. 1972.
- [20] OVALLES, F.A.; RODRIGUEZ, M.F.; ESPINOZA Y.; CORTEZ, A.; PEREZ, M.J.; CABRERA, E.; GIL, J.L.; OBISPO, N.E. Uso de imagines satelitales de alta resolución para evaluar parcelas experimentales en ensayos silvopastoriles. **Zoot. Trop.** 25: 269-277. 2007.
- [21] OVALLES, F.; RODRÍGUEZ, M.F.; ESPINOZA, Y.; CORTEZ, A.; PÉREZ, M.J.; BISBAL, E.; GIL, J.L.; OBISPO, N. Variabilidad de la textura y material orgánico de los suelos en parcelas experimentales. **Memorias XVIII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo**. Santa Bárbara del Zulia, 03/09-13. Venezuela. 5 pp. 2009.
- [22] PACHECO, C.; AGUADO, I.; MOLLICONE, D. Las causas de la deforestación en Venezuela: un estudio retrospectivo. **BioLlania** (Edición Esp.) 10: 281-292. 2011.
- [23] PACIULLO, D.S.C.; DE CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiología e valor nutritivo do capimbraquiária sob sombreamiento natural e a sol pleno. **Pesq. Agr. Bra.** 42: 573-579. 2007.
- [24] PEZO, D.; IBRAHIM, M. Sistemas silvopastoriles. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Módulo de Enseñanza Agroforestal N° 2. 258 pp. 1999.
- [25] RAYKOV, T.; MARCOULIDES, G.A. Principal Component Analysis. In: **An Introduction to Applied Multivariate Analysis**. Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers. Routledge, EUA. 498 pp. 2008.
- [26] RESTREPO, C. Relaciones entre la cobertura arbórea en potreros y la producción bovina en fincas ganaderas en trópico seco de Cañas, Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Tesis de Grado. 102 pp. 2002.
- [27] RODRÍGUEZ, M.F.; REY, J.C. Delimitación de zonas frágiles de Venezuela. INIA-CENIAP. Maracay, Venezuela (Mimeo). 11 pp. 2004.
- [28] ROHLF, J.; SOKAL, R. Comparing Numerical Taxonomic Studies. **System. Zool.** 30: 459-490. 1981.
- [29] SÁNCHEZ, L.F.; GARCÍA-MIRAGAYA, J.; CHACÓN, N. Nitrogen mineralization in soils under grasses and under trees in a protected Venezuelan savanna. **Acta Oecol.** 18:27-37. 1997.
- [30] SCHOLE, R.J.; ARCHER, S.R. Tree-grass interactions in savannas. **Ann. Rev. Ecol. Syst.** 28: 517-544. 1997.
- [31] STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. Multiple comparisons. In: **Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach**. McGraw-Hill. New York, EUA. 633 pp. 1980.
- [32] TILLEY, J.M.; TERRY, R.A. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **J. Brit. Grass. Soc.** 18: 104-111. 1963.
- [33] VAN SOEST, P. Plant, animal and environment. In: **Nutritional ecology of the ruminant**. 2^{da} Ed. Cornell University Press. Ithaca, EUA. Pp 77-92. 1994.
- [34] VILLACIS, J.; HARVEY, C.A.; IBRAHIM, M.; VILLANUEVA, C. Relaciones entre la cobertura arbórea y el nivel de intensificación de las fincas ganaderas en Río Frío, Costa Rica. **Agrofor. Amér.** 10: 17-23. 2003.
- [35] WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Aus. J. Agr. Res.** 47: 1075-1093. 1996.
- [36] WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Trop. Grass.** 32: 209-220. 1998.
- [37] XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Trop.** 25:23-26. 2003.