

## Artículo científico

Selección de accesiones de *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster para suelos ácidosSelection of accessions of *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster for acid soils

Yuseika Olivera-Castro<sup>1</sup>, Onel López-Vigoa<sup>1</sup>, Pedro Pablo del Pozo-Rodríguez<sup>2</sup>, Lisset Castañeda-Pimienta<sup>1</sup>, Agustín Olmedo-Juárez<sup>3</sup>, Javier Arece-García<sup>1</sup> y Rolando Rojo-Rubio<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Universidad de Matanzas, Ministerio de Educación Superior Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

<sup>2</sup>Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez, Mayabeque, Cuba

<sup>3</sup>Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria (CENID-PAVET) Jiutepec, Morelos, México

<sup>4</sup>Centro Universitario UAEM-Temascaltepec, Universidad Autónoma del Estado de México

E-mail:yuseika@ihatuey.cu

**Resumen**

Se estudió una colección de 19 accesiones de *Urochloa brizantha*, en asociación con *Stylosanthes guianensis* en un suelo caracterizado por la acidez, con el objetivo de seleccionar las mejores para este tipo de suelo. Las variables medidas y estimadas fueron: la altura vegetativa, la disponibilidad y el residuo de pasto no consumido. Además, se determinó la hojiosidad, la cobertura, el vigor, el contenido de PB, la degradación de la fibra (FND y FAD) y la DIVMS. La interpretación de los resultados se realizó a través de análisis de componentes principales, y para agrupar las asociaciones y seleccionar aquellas que tuviesen características semejantes se utilizó el análisis de conglomerados. Se constató la existencia de una alta variabilidad acumulada (75,9 %) en las primeras cuatro componentes. Al analizar el comportamiento agronómico y del valor nutricional, después de tres años de explotación, se identificó la formación de seis grupos; se destacaron las asociaciones en donde estuvieron presentes las accesiones que forman el grupo II (CIAT-16335 y CIAT-26646), las cuales alcanzaron los mayores valores en altura, disponibilidad y utilización, así como alto vigor y elevados contenidos de PB y DIVMS. Estas asociaciones donde estuvieron presentes las accesiones que pertenecieron al grupo II (CIAT-16335 y CIAT-26646) mostraron el mejor comportamiento, al hacer un análisis en conjunto de las variables agronómicas y del valor nutricional. Se recomienda estudiar variables estructurales y de la composición florística, así como el potencial de producción de semilla, con el fin de proponer una variedad precomercial para los agroecosistemas con suelo ácido.

Palabras clave: altura, evaluación, valor nutricional.

**Abstract**

A collection of 19 *Urochloa brizantha* accessions was studied, in association with *Stylosanthes guianensis* on a soil characterized by acidity, in order to select the best ones for this soil type. The measured and estimated variables were: vegetative height, availability and non-consumed pasture residue. In addition, leafiness, cover, vigor, CP content, fiber (NDF and ADF) degradation and IVDMD, were determined. The interpretation of the results was done through principal component analysis; and for grouping the associations and selecting those that had similar characteristics, cluster analysis was used. The existence of a high accumulated variability (75,9 %) was detected in the first four components. When analyzing the agronomic and nutritional value performance, after three years of exploitation, the formation of six groups was identified; the associations in which the accessions that form group II were present (CIAT-16335 and CIAT-26646) stood out, reaching the highest values in height, availability and utilization, as well as high vigor and high CP contents and IVDMD. These associations that included the accessions that belonged to group II (CIAT-16335 and CIAT-26646) were present showed the best performance, when making an overall analysis of agronomic and nutritional value variables. It is recommended to study structural and floristic composition variables, as well as the seed production potential, in order to propose a pre-commercial variety for the agroecosystems with acid soil.

Keywords: height, evaluation, nutritional value

**Introducción**

En la década del 80 del pasado siglo, las especies de pastos mejorados llegaron a representar aproximadamente el 60 % de los pastizales en el país. Sin embargo, después de más de tres décadas en explotación, apenas alcanzan un 19 %, y algunas presentan un alto grado de degradación (CITMA, 2012).

Además de este problema, existe una marcada pérdida de la fertilidad de los suelos ganaderos (Hernández, 2016), elemento que constituye una de las causas principales de la degradación de los pastizales mejorados, cuya consecuencia se revierte en una reducción del rendimiento y la calidad de

la biomasa vegetal y su implicación directa en el decrecimiento de la producción de leche y de carne (Padilla *et al.*, 2013).

Tales aspectos obligan a la adopción de estrategias encaminadas a la aplicación de tecnologías que incluyan la introducción y evaluación de especies y/o accesiones, que puedan contribuir al mejoramiento de la base alimentaria de las zonas ganaderas y que, a la vez, posibiliten alcanzar una adecuada producción, calidad y persistencia de los pastizales; ya que la alimentación animal se sustenta principalmente en la utilización de los pastos y forrajes, por ser una de las fuentes más baratas (Verdecia-Acosta *et al.*, 2014).

En innumerables investigaciones se ha probado que las especies del género *Urochloa* crecen en una amplia gama de suelos, y algunas de ellas son recomendadas específicamente para suelos ácidos, tanto en Cuba como en otras zonas tropicales de América (Silva *et al.*, 2016); se destacan, en este tipo de suelo, *Urochloa decumbens* (Stapf) R. D. Webster, *Urochloa humidicola* (Rendle) Morrone & Zuloaga, *Urochloa dictyoneura* (Fig. & De Not.) Veldkamp, y *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster.

Sobre la base de lo descrito con anterioridad, es imprescindible identificar los materiales de *U. brizantha* que mejor se adapten a esos suelos, a partir de sus características morfofisiológicas y productivas; dichas accesiones pudieran hacer una mejor utilización de los nutrimentos y proporcionar suficiente biomasa, con la calidad requerida, para el mantenimiento, la producción y la reproducción de los animales en pastoreo.

De ahí que este estudio tuvo como objetivo seleccionar las mejores accesiones de una colección de *U. brizantha* en asociación con *Stylosanthes guianensis* para suelos caracterizados por la acidez.

## Materiales y Métodos

**Ubicación del área experimental.** El estudio se realizó en áreas de la Estación Experimental de

Pastos y Forrajes de Cascajal, municipio Santo Domingo –provincia Villa Clara, Cuba–, ubicada a los 22° 36' de latitud norte y 80° 04' de longitud oeste, a 60 msnm.

**Características del clima.** El clima de la zona está clasificado como tropical, característico de Cuba. El comportamiento de las variables climatológicas se muestra en la tabla 1; el volumen de precipitaciones varió entre los años que duró el estudio, y solo en el primer año las precipitaciones fueron superiores en comparación con los otros dos años.

Las temperaturas máxima, mínima y media, la humedad relativa y las horas luz mostraron valores similares entre los años.

**Suelo del área experimental.** El estudio se llevó a cabo en un suelo Gley Nodular Ferruginoso, petroférico, dístico, caracterizado por presentar un pH ácido (4,2), así como bajo contenido de materia orgánica (1,91 %), N total (0,40 %) y P asimilable (1,90 mg/100 g). En función de estas características, se puede considerar como un suelo ácido y de baja fertilidad, según Hernández-Jiménez *et al.* (2015).

## Procedimiento experimental

**Preparación de suelo.** Para la preparación de suelo se empleó el método convencional, consistente en aradura, pase de grada, cruce, pase de grada y surcado.

**Diseño y tratamientos.** Se empleó un diseño de bloques al azar con tres réplicas. Las parcelas medían 23,52 m<sup>2</sup>, y estaban separadas por calles de 1,50 m en ambos sentidos.

Los tratamientos estuvieron representados por 19 accesiones de *U. brizantha* previamente seleccionadas: CIAT-16300, CIAT-16317, CIAT-16809, CIAT-16469, CIAT-16322, CIAT-16132, CIAT-16128, CIAT-16335, CIAT-1539, CIAT-26290, CIAT-16332, CIAT-16819, CIAT-16303, CIAT-16334, CIAT-16448, CIAT-26646, CIAT-16485, CIAT-16197 y CIAT-26032, en asociación con *S. guianensis*.

**Plantación, siembra y establecimiento.** La plantación de la gramínea se realizó con semilla

Tabla 1. Comportamiento del clima durante la investigación.

Año	Variables					
	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			Humedad relativa (%)	Horas luz
		máxima	mínima	media		
1	1 697,7	31,5	19,5	24,4	78	7,9
2	1 153,5	31,3	19,2	24,3	76	8,0
3	1 262,3	30,2	18,5	23,6	77	7,8

vegetativa, consistente en porciones de macollas conformadas por cinco a ocho vástagos de 20 cm de longitud, aproximadamente. Se empleó una distancia entre plantas y entre surcos de 0,70 m, lo que equivale a una densidad de 20 000 plantas/ha. Tanto los surcos como las macollas externas estuvieron separados de los bordes de la parcela a 0,35 m; la profundidad fue de 10 cm.

Como leguminosa se empleó *S. guianensis* (Aubl.) Sw. CIAT-184, accesión seleccionada en Cuba como variedad comercial (MINAG, 2016), la cual ha demostrado adaptación a este tipo de suelo (Castañeda-Álvarez *et al.*, 2016). Esta se sembró a chorrillo, a una profundidad de 2 cm y un espaciamiento entre surcos de 0,70 m, con densidad de 1,5 kg de SPG/ha. Sus semillas fueron previamente escarificadas en agua a 80 °C durante dos minutos.

Tanto la plantación como la siembra se realizaron simultáneamente en el mes de abril, en función de las precipitaciones ocurridas en ese mes. Durante los 45 días posteriores a estas actividades, se hicieron dos labores de limpieza en las calles de forma manual, así como la reposición de algunas plantas débiles o muertas de la gramínea, de manera tal que todos los tratamientos estuviesen representados por un número similar de macollas. Durante todo el periodo experimental no se usó riego ni fertilización.

**Animales.** Se utilizaron grupos homogéneos de 29 animales en engorde (20,3 UGM), mestizos (Criollo x Cebú), con un peso promedio de 350 kg y buen estado de salud, los cuales disponían de agua y sales minerales las 24 h del día en un cuartón diseñado al efecto. No se ofreció ningún tipo de suplementación energética o proteica.

**Manejo.** Se utilizó un sistema de pastoreo simulado, en el que los animales se conducían al área cuando los tratamientos alcanzaban tiempos de reposo entre 85 y 95 días en el periodo poco lluvioso (PPLL) y entre 50 y 60 días en el lluvioso (PLL). Los tiempos de estancia promedio fueron de 2 y 1 día y la intensidad de pastoreo fue de 94,4 y 47,2 UGM días/ha para ambos periodos del año, respectivamente. Durante los tres años del estudio se realizaron un total de 15 rotaciones, cinco en cada año, de las cuales dos correspondieron al PPLL y tres al PLL.

**Mediciones.** Se tomó como base la «Metodología para la evaluación de especies herbáceas», propuesta por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (Machado *et al.*, 1997) y aprobada por la Subcomisión Nacional de Variedades de Pastos y Forrajes.

**Variables agronómicas.** La altura vegetativa estuvo representada por el valor medio de esta variable en las cuatro macollas utilizadas para la determinación de la disponibilidad (ello equivalió a un tamaño de muestra de 8,3 %). Para la hojiosidad, la cobertura y el vigor, se realizó un recorrido que incluyó toda la parcela; y se calculó, de forma visual, el valor de cada variable, según la escala gradológica empleada. La disponibilidad de biomasa se estimó un día antes de entrar los animales al área, y el residuo de pasto no consumido, a la salida de los animales.

Las mediciones y estimaciones se realizaron en todas las rotaciones.

**Variables del valor nutricional.** La composición bromatológica se determinó a través del análisis químico proximal. A cada muestra se le analizó el contenido de N por el método Kjeldahl, y se estimó el contenido de PB (N x 6,25). La degradación de la fibra (FND y FAD) se determinó mediante el método de Van Soest.

Se empleó la técnica de producción de gas *in vitro* para la obtención de la DIVMS y los parámetros de las diferentes fases de ese proceso: fracción *b*, fracción *c* y fase *Lag*.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de Nutrición de la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México.

**Análisis estadístico.** Se utilizó el análisis de componentes principales (ACP). Para identificar las componentes que explicaron la mayor variación, se seleccionaron aquellas que tuvieron un valor propio superior a uno; mientras que para identificar las variables que más influyeron en la variabilidad extraída por cada componente se tomó en consideración que los factores de suma o preponderancia alcanzaran un valor superior a 0,60.

Para agrupar las accesiones y seleccionar aquellas que tuviesen características semejantes más prominentes se empleó el análisis de conglomerados, a partir de los resultados obtenidos en el ACP. Como criterio de agrupación se utilizó la distancia euclidiana, y el método de Ward como forma de agregación jerárquica ascendente (Torres *et al.*, 2006). La línea de corte para la formación de los grupos se basó en el criterio de Núñez-Colín y Escobedo-López (2011). Se empleó el paquete estadístico SPSS versión 15®.

## Resultados y Discusión

Al realizar el ACP (tabla 2) se constató la existencia de una alta variabilidad acumulada en las

Tabla 2. Resultados del ACP y relación entre las variables.

Variables analizadas	Componentes principales			
	CP1	CP2	CP3	CP4
Altura vegetativa (cm)	-0,46	<u>0,70</u>	0,01	0,40
Vigor (Ve)	<u>0,89</u>	0,05	-0,10	-0,01
Hojosidad (Ve)	0,36	0,14	-0,38	0,26
Disponibilidad (t de MS/ha/rotación)	-0,58	<u>0,69</u>	-0,14	0,27
Utilización (%)	<u>0,80</u>	-0,16	0,32	0,13
PB (%)	0,22	-0,01	<u>0,78</u>	0,41
FND (%)	0,19	0,29	0,02	<u>-0,84</u>
FAD (%)	0,33	0,37	<u>-0,60</u>	-0,10
DIVMS (%)	0,58	0,56	0,23	0,31
Fracción <i>b</i>	-0,53	-0,41	0,55	-0,17
Fracción <i>c</i>	0,20	<u>0,65</u>	0,54	-0,34
Fase <i>Lag</i>	0,14	<u>-0,70</u>	-0,24	0,32
Valor propio	3,0	2,6	1,9	1,5
Varianza (%)	25,0	21,9	16,0	12,9
Acumulado (%)	25,0	46,9	63,0	75,9

Valores subrayados indican mayor contribución.

primeras cuatro componentes, sobre la base de las variables incluidas en el estudio. La varianza en la CP1 alcanzó un valor de 25,0 %, y en la CP2, de 21,9 %. En la CP1, las variables que más influyeron en la varianza extraída fueron el vigor y el porcentaje de utilización; mientras que en la CP2, la altura vegetativa, la fase *Lag*, la disponibilidad y la fracción *c*, todas relacionadas de forma positiva; la fase *Lag* lo hizo en sentido inverso.

Aunque dos elementos de la ecuación de degradabilidad no presentaron una fuerte incidencia en las componentes principales: la DIVMS y la fracción *b*, se considera que estas se deben tener en cuenta por su importancia en la interpretación de los resultados.

La DIVMS estuvo explicada en el plano CP1-CP2 y, por ello, vinculada a factores agronómicos y nutricionales: el vigor, el porcentaje de utilización, la altura vegetativa, la disponibilidad, la fracción *c* y la fase *Lag*, todas relacionadas de forma positiva con esa variable excepto esta última. Esas variables, excluyendo la última, presentaron una tendencia acentuada a que se alcanzaran mayores porcentajes de DIVMS, aspecto que coincide con lo esperado cuando se analizan de conjunto variables agronómicas y del valor nutricional como estas (Tsu-zukibashi *et al.*, 2016).

Por su parte la fracción *b*, con valores de suma o preponderancia cercanos a 0,60, en la CP3, estuvo

vinculada a factores del valor nutricional, como la PB y la FAD, de forma positiva con la primera y de forma inversa con la última, lo cual se corresponde con el significado de esa variable.

Los resultados descritos con anterioridad permiten considerar que existió un grado de diferenciación mayor entre las asociaciones en función de las variables presentes en la CP1-CP2, y mucho menor para variables tales como la PB, la FAD y la FND, las cuales solo extrajeron el 16,0 y el 12,9 % en la CP3 y la CP4, respectivamente.

Al conformar los grupos a través del análisis de conglomerados, sobre la base de los resultados del ACP, se detectó la presencia de seis grupos diferentes. En la tabla 3 se muestra la tipificación de las accesiones por grupos y su identificación.

Se encontró similitud entre las asociaciones en los grupos V y VI para el valor medio de la variable altura vegetativa, aunque sus valores fueron inferiores a la de los grupos I, III y IV. Sin embargo, las que conformaron el grupo II (CIAT-26646 y CIAT-16335) superaron la de estos últimos.

En cuanto al vigor, las accesiones que conformaron el grupo I (CIAT-16300, CIAT-16322, CIAT-16819, CIAT-16332, CIAT-16132) mostraron el peor comportamiento en relación con las de los restantes grupos, que, como promedio alcanzaron valor 4 de acuerdo con la escala empleada.

Tabla 3. Tipificación de las accesiones por grupo y su identificación.

Variables	Grupo I		Grupo II		Grupo III		Grupo IV		Grupo V		Grupo VI	
	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS	X	DS
Altura	64,2	7,2	70,1	4,9	67,8	2,3	58,3	3,1	40,2	3,2	46,9	6,1
Vigor	3,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0	4,0	0,0
Hojosidad	3,4	0,5	4,0	0,0	4,0	0,0	3,7	0,5	3,7	0,5	4,0	0,0
Disponibilidad	3,6	0,5	3,8	0,8	3,4	0,2	2,8	0,3	2,3	0,1	2,7	0,0
Utilización	25,3	5,3	64,0	8,1	21,4	13,4	48,4	27,9	57,1	2,3	57,8	8,8
PB	9,9	1,3	11,2	1,7	9,4	1,6	10,4	1,6	10,4	1,8	9,3	1,1
FND	76,1	1,2	75,3	1,2	75,0	0,9	78,4	2,1	75,8	1,1	77,6	0,7
FAD	41,0	1,2	42,8	0,9	41,1	1,6	40,8	1,4	40,7	0,6	43,7	0,0
DIVMS	50,2	5,0	65,1	2,5	50,4	1,9	54,8	1,1	51,9	0,8	57,2	1,6
Fracción <i>b</i>	163,8	3,6	143,6	5,2	140,7	3,3	153,1	1,7	158,8	8,5	142,7	7,0
Fracción <i>c</i>	0,02	0,0	0,02	0,0	0,02	0,0	0,02	0,0	0,02	0,0	0,02	0,0
Fase <i>Lag</i>	1,49	0,5	1,39	1,2	1,1	0,4	0,5	0,1	2,1	0,2	1,8	0,2
Grupo	Cantidad de accesiones				Nombre de las accesiones*							
I	5				CIAT-16300, CIAT-16322, CIAT-16819, CIAT-16332, CIAT-16132							
II	2				CIAT-26646, CIAT-16335							
III	2				CIAT-16197, CIAT-16809							
IV	4				CIAT-16317, CIAT-16334, 1539, CIAT-26290							
V	3				CIAT-26032, CIAT-16448, CIAT-16485							
VI	3				CIAT-16128, CIAT-16303, CIAT-16469							

\* Asociadas con *S. guianensis*

En las asociaciones que conformaron parte de los grupos IV, V y VI se detectó un valor relativamente similar para la variable disponibilidad, pero inferior al de los restantes grupos. Entre estos últimos (I, II y III), se destacaron las asociaciones integradas por CIAT-26646 y CIAT-16335 (grupo II) con el mayor valor, aspecto que se considera de relevante interés, pues ello define el volumen de biomasa con que cuentan los animales para su alimentación.

El porcentaje de utilización por los animales en las asociaciones antes mencionadas también fue superior al compararlo con la media del resto de los grupos; ello reviste una marcada importancia, debido al papel que cumple dicha variable en el consumo que hacen los animales. Este mismo patrón se encontró para la PB.

Los parámetros que se obtienen cuando se realizan los cálculos para definir los valores de la DIVMS por la técnica de producción de gases constituyen una herramienta de vital importancia para estimar la capacidad de degradación de los forrajes que componen la dieta de los rumiantes y, además, los factores que más influyen en ella (Vargas-Bayona *et al.*, 2013).

De ahí que, al analizar en estas asociaciones el comportamiento de la fracción *c* y la fase *Lag*, variables que caracterizan la velocidad de degradación

del forraje, se observó que los valores de la primera fueron similares para todos los grupos; mientras que las asociaciones que conformaron el grupo IV mostraron el mejor resultado (0,5) para la segunda, lo que significa que manifestaron el menor tiempo para que los microorganismos del rumen comenzaran la degradación del alimento.

Ortega-Aguirre *et al.* (2015) señalaron que existen diferencias entre los parámetros de la ecuación de degradabilidad para las fracciones *b* y *c* entre forrajes de especies diferentes, pero no entre accesiones de una misma especie. En esta investigación, tal comportamiento se evidenció más en la fracción *b*, la cual mostró variabilidad para las asociaciones estudiadas, según el ACP.

Un lugar destacado le corresponde al grupo II (CIAT-16335 y CIAT-26646), en cuanto al comportamiento de los materiales evaluados. Estas accesiones alcanzaron la mayor altura, un vigor alto, los valores más altos de disponibilidad y también en términos de utilización, así como elevados contenidos de PB y DIVMS. En esta última variable se han reportado resultados similares en la gramínea *Megathyrsus maximus* cv. Mombaza (60,9 %) y algo superiores en *Brachiaria* híbrido cv. Mulato (67,5 %), según lo reportado por Silva *et al.* (2016).

La accesión CIAT-26646, en particular, se ha destacado en diversos sistemas ganaderos. En tal sentido, Njarui *et al.* (2016) refirieron las potencialidades de este material, el que sobresalió por su buena aceptabilidad, alta resistencia al ataque de plagas, buen crecimiento, alto grado de asociabilidad con leguminosas de hábito de crecimiento voluble o postrado, así como un contenido de PB de 11 %. Estas y otras características sobresalientes han permitido que dicha accesión se haya convertido en una de las más empleadas en regiones tropicales para la producción bovina (Caballero, 2014).

En la especie *U. brizantha* existen resultados satisfactorios en cuanto a su comportamiento agronómico y valor nutricional, como los reportados por Tsuzukibashi *et al.* (2016), quienes hallaron, en dependencia de la edad de corte, diferentes valores en las variables nutricionales (hasta 68 y 30 % para la FND y FAD, respectivamente; y entre 8,8 y 18,6 % de PB) al estudiar los cvs. Marandú, Piatã y Xaraés; ello confirma que esta especie posee cultivares con una calidad aceptable para la alimentación del ganado.

Se concluye que las asociaciones donde estuvieron presentes las accesiones pertenecieron al grupo II (CIAT-16335 y CIAT-26646) mostraron el mejor comportamiento, al hacer un análisis en conjunto de las variables agronómicas y del valor nutricional. Asimismo, se recomienda estudiar variables estructurales y de la composición florística, así como el potencial de producción de semilla, con el fin de proponer una variedad precomercial para los agroecosistemas con suelo ácido sin el empleo de insumos.

## Referencias bibliográficas

- Caballero, P. J. *Brachiaria brizantha* cv. *La Libertad* (MG4). Paraguay: Semillas sudamericanas. <http://semillassudamerica.com/spa/productos/producto-brachiaria-brizantha-cv-la-libertad-mg4>. [07/12/2017], 2014.
- Castañeda-Álvarez, N. P.; Álvarez, F.; Arango, J.; Chan- chy, L.; García, G. F.; Sánchez, V. *et al.* *Especies vegetales útiles para sistemas silvopastoriles del Caquetá, Colombia*. Cali, Colombia: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2016.
- CITMA. *Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible Río+20*. La Habana: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, 2012.
- Hernández, Marta. *Los suelos dedicados a la ganadería en Cuba*. Conferencia. Maestría en Pastos y Forrajes. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 2016.
- Hernández-Jiménez, A.; Pérez-Jiménez, J. M.; Bosch-Infante, D. & Castro-Speck, N. *Clasificación de los suelos de Cuba*. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Instituto de Suelos, Ediciones INCA, 2015.
- Machado, R.; Seguí, Esperanza & Alonso, O. *Conferencia Metodología para la evaluación de especies herbáceas*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey, 1997.
- MINAG. *Lista oficial de variedades comerciales. Registro de variedades comerciales*. La Habana: Ministerio de la Agriculturas, 2016.
- Njarui, D. M. G.; Gatheru, M.; Ghimire, S. R. & Mureithi, J. G. Effects of seasons and cutting intervals on productivity and nutritive value of *Brachiaria* grass cultivars in semi-arid eastern Kenya. (D. M. G.Njarui, E. M. Gichangi, S. R. Ghimire, R. W. Muinga, eds.). *Climate smart Brachiaria grasses for improving livestock production in East Africa: Kenya Experience. Proceedings of a workshop*. Naivasha, Kenya: Kenya Agricultural and Livestock Research Organization. p. 46-61, 2016.
- Núñez-Colín, C. A. & Escobedo-López, Diana. Uso correcto del análisis clúster en la caracterización de germoplasma vegetal. *Agron. Mesoam*. 22 (2):415-427, 2011.
- Ortega-Aguirre, C. A.; Lemus-Flores, C.; Bugarín-Pardo, J. O.; Alejo-Santiago, G.; Ramos-Quirarte, A.; Grageola-Núñez, O. *et al.* Agronomic characteristics, bromatological composition, digestibility and consumption animal in four species of grasses of the genera *Brachiaria* and *Panicum*. *Trop. Subtrop. Agroecosyst*. 18:291-301, 2015.
- Padilla, C.; Sardiñas, Y.; Febles, G. & Fraga, Nidia. Estrategias para el control de la degradación en pastizales invadidos por *Sporobolus indicus* (L) R. Br. *Rev. cubana Cienc. agric*. 47 (2):113-117, 2013.
- Silva, Janaina de L.; Ribeiro, Karina G.; Herculano, Bruna N.; Pereira, O. G.; Pereira, Rosana C. & Soares, Luciana F. P. Massa de forragem e características estruturais e bromatológicas de cultivares de *Brachiaria* e *Panicum*. *Ciênc. anim. bras*. 17 (3):342-348, 2016.
- Torres, Verena; Figueredo, J.; Lizazo, D. & Álvarez, A. *Modelo estadístico para la medición del impacto de la innovación o transferencia tecnológica en la rama agropecuaria. Informe técnico*. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal, 2006.
- Tsuzukibashi, Denise; Costa, J. P. R.; Moro, Fabiola V.; Ruggieri, Ana C. & Malheiros, E. B. Anatomia quantitativa, digestibilidade *in vitro* e composição química de cultivares de *Brachiaria brizantha*. *Rev. Ciências Agrárias*. 39 (1):46-53, 2016.
- Vargas-Bayona, J. E.; Mejía-Porras, G.; Bedoya-Mas- huth, Julia & Gómez-Patiño, J. F. Estimación de la técnica *in vitro* de gases frente a otras técnicas de digestibilidad. *Spei Domus*. 9 (18):59-70, 2013.
- Verdecia-Acosta, D. M.; Herrera-García, R. S.; Ramírez-de-la Ribera, J. L.; Acosta, I. L.; Bodas-Rodríguez, R.; Andrés-Lorente, Sonia *et al.* Caracterización bromatológica de seis especies forrajeras en el Valle del Cauto, Cuba. *AlA*. 18 (3):75-90, 2014.