Avances en Investigación Agropecuaria
ISSN: 0188-7890
revaia@ucol.mx
Universidad de Colima
México

Megathyrsus maximus. Resultados científicos y potencialidades ante el cambio climático en el trópico

Milera Rodríguez, Milagros de la C.; Alonso Amaro, Osmel; Machado Martínez, Hilda C.; Machado Castro, Rey L.

Megathyrsus maximus. Resultados científicos y potencialidades ante el cambio climático en el trópico
Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 21, núm. 3, 2017
Universidad de Colima, México
Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83757423004

AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, volumen 21, número 3, octubre 2018 es una Publicación cuatrimestral editada por la Universidad de Colima, Av. Universidad # 333, Col. Las Víboras, Colima, Colima, México. CP 28045. Teléfono: (312) 3161000. Ext. 40011, www.ucol.mx/revaia, revaia@ucol.mx, aiagropecuarias@yahoo.com.mx. Director responsable José Manuel Palma García. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-112411015200-203, ISSN digital "2683-1716", ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización, MC. Rosa Alejandra del Viento Camacho e Ing. Manuel Gutiérrez Gómez, Av. Universidad # 333, Col. Las Víboras, Colima, Colima, México. C.P. 28045. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Articulo de revisión

Megathyrsus maximus. Resultados científicos y potencialidades ante el cambio climático en el trópico

Megathyrsus maximus. Scientific results and potentialities in the face of climate change in the tropic

Milagros de la C. Milera Rodríguez
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba
mmilera@ihatuey.cu

Osmel Alonso Amaro
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba

Hilda C. Machado Martínez
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba

Rey L. Machado Castro
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", Cuba

Redalyc: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83757423004

Recepción: 01 Agosto 2017
Aprobación: 13 Febrero 2018

Resumen:

Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (*Panicum maximun* Jacq.) se introdujo en Cuba en 1967, procedente de la isla Guadalupe, y en 1977 se inicia en la eepf Indio Hatuey el trabajo de mejoramiento genético. En ese sentido, el objetivo del presente artículo es analizar los resultados alcanzados en Cuba en sistemas que utilizan *M. maximus* por sus características de adaptación al cambio climático y sus potencialidades en el área tropical. Entre los propósitos prioritarios del programa de mejora se encontró la selección de variedades de alta productividad, con buenas respuestas en la estación seca y alto valor nutricional. Se seleccionaron cultivares introducidos, clones de la población cubana, híbridos apomícticos, plantas sexuales y somaclones. Los somaclones e híbridos hicieron un aporte significativo en el índice de calidad nutritiva en relación con las poblaciones naturales. Se comprobó que *M. maximus* se adapta a diferentes condiciones edafoclimáticas, de acuerdo a la evaluación de su fitomasa subterránea resiste la sequía, posee altos rendimientos, alta producción de semilla botánica, adecuado valor nutricional, buen poder asociativo con diferentes leguminosas herbáceas, soporta la sombra en sistemas con árboles, tiende a ser bastante resistente a plagas, se alcanza buena calidad en ensilajes con y sin aditivos, además de un alto potencial de producción de leche y carne. Se considera que las variedades evaluadas y recomendadas de *M. maximus* reúnen los requisitos para ser incluidas en ecosistemas ganaderos resilientes al cambio climático.

Palabras clave: Productividad, valor nutricional, adaptación.

Abstract:

Megathyrsus maximus (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs (*Panicum maximun* Jacq.) was introduced in Cuba in1967, from Guadeloupe Island, and in 1977 the genetic improvement work started at the EEPF Indio Hatuey. In this sense, the objective of this article is to analyze the results reached in Cuba in systems that utilize *M. maximus* for its characteristics of adaptation to climate change and its potentialities in the tropical area. Among the priority purposes of the improvement program the selection of high productivity varieties was found, with good responses in the dry season and high nutritional value. Introduced cultivars, clones from the Cuban population, apomictic hybrids, sexual plants and somaclones were selected. The somaclones and hybrids made a significant contribution in the nutritional quality index in relation to natural populations. It was proven that *M. maximus* adapts to different edaphoclimatic conditions; according to the evaluation of its underground phytomass it withstands drought, has high yields, high production of botanical seed, adequate nutritional value, good associative capacity with different herbaceous legumes, tolerate the shade in systems with trees, tends to be quite resistant to pests; good quality is achieved in silages with and without

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

additives, also a high potential for milk and meat production. It is considered that the evaluated and recommended varieties of *M. maximus* have the requisites to be included in animal husbandry ecosystems resilient to climate change.
Keywords: Productivity, nutritional value, adaptation.

Introducción

Megathirsus es una especie originaria de África del Este (fundamentalmente de Tanzania, Costa de Marfil, Uganda y Kenia). En 1977 se inicia en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EEPFIH) el Programa Nacional de Introducción, Evaluación y Utilización de Especies Pratenses y Forrajeras, que tuvo entre las principales bases para su elaboración la escasez de gramíneas endémicas o naturalizadas adecuadas para estos fines. No obstante, el programa de mejoramiento genético se centró en *M. máximus*, por su adaptabilidad, producción de MS y aceptación por los animales, entre otros.

La fuente más económica para alimentar a los rumiantes la constituyen las praderas o pastizales, ya sean simples o asociados, lo cual hace que los animales cosechen su propio alimento, fertiliza el campo así como evita los costos de corte, conservación y acarreo del forraje, limpieza constante de las instalaciones y manejo de grandes cantidades de estiércol (Vergara, 2016).

Fernández (2016), informa sobre la importancia de los pastos en la conservación de la biodiversidad, la riqueza paisajística, y la aplicación de prácticas sostenibles con el medio ambiente que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero; y sobre el aprovechamiento de los bancos de germoplasma como una herramienta clave en la adaptación al cambio climático, como fuente de variedades autóctonas que, por su naturaleza, pueden adaptarse mejor a las condiciones climáticas actuales, y ser más resistentes a plagas y enfermedades.

La producción ganadera en el área tropical se sustenta sobre gramíneas que en muchos casos son especies foráneas mejoradas genéticamente con una alta exigencia (suelo, riego y fertilización) que no sobreviven en las condiciones de las fincas.

El sector agrario, en el último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2015), es responsable del 14 % de las emisiones totales de gases con efecto invernadero (GEI). No obstante, su contribución es mayor de lo que indican las cifras oficiales, ya que éstas no incluyen las emisiones indirectas asociadas a las actividades agrícolas.

En las últimas cinco décadas, la productividad de los sistemas intensivos es alta, sin embargo la ceba vacuna, la elaboración de pienso y la fermentación entérica han sido las mayores responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero en la ganadería (FAO, 2013).

Debido a la variabilidad del clima con intensas sequías, inundaciones severas, incremento de la variación entre años y estaciones, así como efectos en la disponibilidad y calidad del forraje, los sistemas basados en el monocultivo de pastos están muy expuestos a los impactos del cambio climático, sobre todo los que emplean especies importadas con exigencias a la fertilización y el riego. A esto se suma el incremento de la temperatura, lo cual trae consecuencias nefastas en la producción de los rumiantes en pastoreo; por eso es una necesidad salvaguardar los recursos fitogenéticos para la seguridad y estabilidad del sistema agroalimentario mundial, y por su capacidad para adaptarse a los nuevos escenarios climáticos.

Asociado a la pérdida de recursos fitogenéticos se produce una alarmante pérdida de conocimientos campesinos (erosión biocultural) de vital importancia para el uso y gestión de sistemas agrarios sustentables; así como un componente esencial de la identidad territorial de las zonas donde se han desarrollado y adaptado las variedades locales (Egea *et al.*, 2015). Es una práctica en América Latina, incluido Cuba, introducir híbridos y variedades de especies mejoradas no adaptadas, con requerimientos nutricionales que no superan a *M. maximus*.

Las especies de gramíneas que se seleccionen para pastoreo, además de adaptarse a diferentes condiciones edafoclimáticas, deben poseer altos rendimientos, valor nutricional y soportar la sombra, entre otros.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

La alta densidad de animales causa sobrepastoreo de las praderas y problemas con el manejo del estiércol en sistemas agropecuarios industriales, que van en contra del esfuerzo consensuado actual para reducir las emisiones (GEI) y preservar la biodiversidad, el agua y la fertilidad del suelo (Dumonth *et al*., 2014).

El comportamiento reproductivo y el plano nutricional desempeñan un papel muy importante en el éxito del sistema de producción, pues la fertilidad es la clave de la continuidad del mismo. El manejo de la carga, la suplementación con concentrados y la inseminación no son los únicos factores que inciden en la fertilidad, por lo que deben considerarse todos los elementos que intervienen en la cadena. Dentro de las variables climáticas, las condiciones térmicas e hídricas, la intensidad lumínica y la duración del día, poseen un efecto determinante, los cuales pueden manejarse cuando en la selección de las especies herbáceas y arbóreas se considera su adaptación edafoclimática, el rendimiento y la calidad.

Los sistemas que integran agricultura-ganadería, basados en principios agroecológicos, tienen en cuenta todos los elementos del sistema y su relación (suelo-planta-animal-energía-clima), así como factores socioeconómicos y productivos. Los pequeños productores multipropósito que cultivan plantas y crían animales, producen la mayoría de los alimentos y promueven el desarrollo económico en África, América Latina y Asia (Altieri y Nicolls, 2013).

Los sistemas silvopastoriles que comprenden árboles forrajeros y gramíneas mejoradas con manejo agroecológico, deben considerar las características de la gramínea de manera que se adapten a las condiciones edafoclimáticas. Existen experiencias exitosas en Colombia (Murgueitio *et al*., 2016), Costa Rica (Russo, 2015) y Cuba. En esta última, la gramínea más utilizada y de mejor comportamiento es *M. maximus* (Blanco *et al*., 2017).

El objetivo del presente artículo es analizar los resultados alcanzados en Cuba en sistemas que utilizan *M. maximus* por sus características de adaptación al cambio climático, y sus potencialidades para ser empleada en el área tropical.

El programa de introducción, evaluación y utilización de los pastos en Cuba y la tarea del mejoramiento genético en *M. maximus*

El programa de mejoramiento de *M. maximus* se insertó en el Programa Nacional de Introducción, Evaluación y Utilización de Especies Pratenses y Forrajeras que tuvo como marco conceptual y bases para su elaboración: la escasez de gramíneas endémicas o naturalizadas adecuadas para estos fines por su bajo valor bromatológico; la mejora genética de la masa ganadera con el concurso de sangre Holstein; la alta variabilidad del espectro edáfico y climático que caracteriza al país; y la profunda diversificación que se avizoraba en el sector agropecuario; así como en la necesidad de incorporar tipos promisorios con adaptación a los diferentes ecosistemas, incluyendo material de gramíneas, leguminosas y especies de otras familias.

Dentro del trabajo de introducción y colección, se hizo énfasis en la especie *M. maximus*, por ser esta una planta ampliamente distribuida y naturalizada en Cuba y poseer un potencial productivo superior al de los pastos nativos y otras especies naturalizadas (Machado y Seguí, 1997).

En 1977 se inicia en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", el trabajo de mejoramiento genético, el cual se centró en la hierba de guinea (*M. maximus*).

Entre los objetivos prioritarios del programa de mejora estaba la selección de variedades de alta productividad general, con buena productividad en la seca y alta calidad de la proteína.

Para iniciar se utilizaron 192 accesiones introducidas del extranjero (30%) y otras colectadas en Cuba (70%). Se seleccionaron las primeras 37 accesiones promisorias, entre los que se encontraba el cultivar Likoni, introducido desde la Isla Guadalupe, que no había sido superado por ninguna otra variedad, ni especie de gramínea en cuanto a su rendimiento y calidad.

Se observó una alta variabilidad entre las características evaluadas; los rendimientos variaron entre 3 844 y 7 765 g por macolla, entre 9 y 16% de proteína y entre 22 y 30% de fibra bruta. También se observaron diferencias en cuanto a las respuestas en lluvia y seca, lo cual confirmó la posibilidad de mejorar la distribución estacional en el rendimiento.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

En 1980, se introducen plantas sexuales y se inicia un programa de cruzamiento utilizando como progenitores masculinos las mejores variedades seleccionadas. A mediados de la década del 80 se iniciaron los estudios relacionados con la micropropagación de *M. maximus* cv. Likoni y la regeneración de plantas a partir del cultivo de tejidos. En el año 1990 se complementaron las investigaciones realizadas hasta esta fecha, con la caracterización isoenzimática de los somaclones de *M. maximus* Jacq. cv. Likoni, los cuales fueron evaluados agronómicamente en campo y se identificaron los más promisorios por su rendimiento y calidad.

Se logró una colección compuesta por más de 1 200 accesiones de diferentes procedencias, de las cuales el 70% fueron colectadas en las 14 provincias del país, además de las obtenidas por cruzamiento, y el 30% foráneas (de 9 países).

Las accesiones colectadas en Cuba mostraron variabilidad morfológica y agronómica y se agruparon de acuerdo con ésta y con su potencial productivo. Este estudio permitió conocer los biosistemas de mayor influencia en la formación de los cambios genéticos y fenotípicos en las poblaciones naturalizadas en Cuba, así como dirigir las colectas hacia las zonas de diferentes comportamientos morfológico y agronómico.

Las introducciones mostraron un amplio rango de variación y una alta potencialidad productiva en términos de materia seca, sobre todo en los cultivares mejorados, y una mayor variabilidad en las que procedían del centro de origen.

Los híbridos obtenidos (Machado *et al.*, 1988), que formaron parte de la colección nacional (44 híbridos), fueron preseleccionados en la fase inicial de evaluación por superar a los progenitores masculinos y/o su testigo (Likoni).

También formaron parte de la colección 12 somaclones (CTIH) obtenidos en la ee-pfih por cultivo de tejidos, los que mostraron ser superiores a su donante (Likoni) en términos de rendimiento de MS y porcentaje de PB. La plantación permitió la realización de 56 ensayos en 24 localidades representativas de los ecosistemas ganaderos cubanos, en 12 de las 14 provincias con uno o más ensayos (figura 1).

Respecto a los factores del clima en estudio, con 248 accesiones se encontró que los factores climáticos más influyentes en el desarrollo de esta especie fueron la temperatura media, la precipitación y la humedad relativa, el potencial genético y el origen de cada cultivar; también se encontró que las accesiones SN-25, T-112, K-213 y A-30 de la colección africana fueron significativamente superiores ($P< 0.05$) a los dos testigos (Likoni y SIH-127) cuando se evaluaron sin regadío ni fertilizante durante dos años (Seguí *et al.*, 1994), lo que avala a la especie como alternativa de mitigación del cambio climático en la ganadería tropical ante la sequía.

Las selecciones (en la segunda fase) fueron probadas en experimentos de pastoreo en muchos casos, utilizando para ello el criterio de presión de pastoreo, o en sistemas de corte, de acuerdo con el hábito de crecimiento de las plantas; con el uso o no del riego y los fertilizantes, y algunos de los ensayos se establecieron en asociación. Entre la primera y la segunda selección se descartó más del 80% de las introducciones, lo que sugiere una fuerte discriminación de material, incluso potencialmente valioso, pero a la vez, con una alta eficiencia en la selección de plantas útiles.

Otros aspectos que también se consideraron fueron: los estudios agronómicos con aplicación de fertilizantes, altura y frecuencia de corte, productividad, valor nutritivo, resistencia y/o tolerancia de los pastos a los factores estresantes de suelo y a las plagas y las enfermedades, la persistencia de las especies y las variedades, sus características para conservar como heno y ensilajes, y aquellos relacionados con los indicadores productivos en su evaluación con animales.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

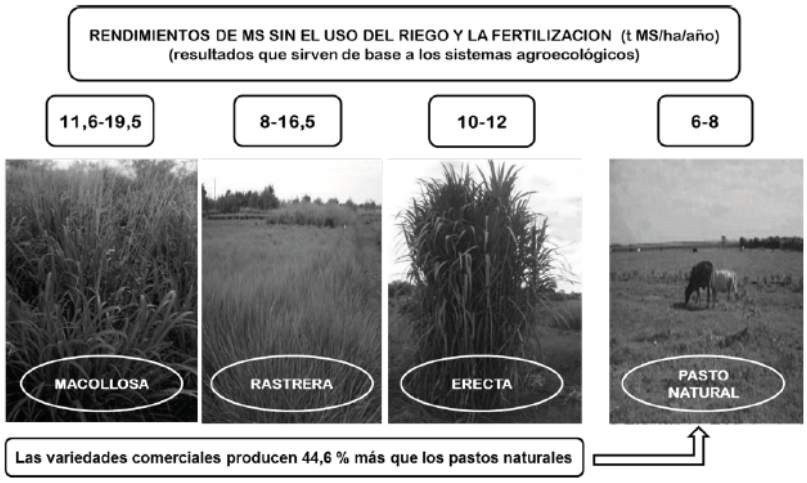


FIGURA 1
Resultados de la evaluación de gramíneas en diferentes condiciones ambientales en 24 localidades de Cuba.
Fuente: Modificado de Machado *et al*., 2006.

Las investigaciones que se realizaron en estudios agronómicos y producción animal en *M. maximus* generaron más de 150 publicaciones; muchos de estos resultados aparecen en el presente artículo.

Las características que debe reunir una planta para las condiciones actuales en que se encuentra el medioambiente son: adaptación a diferentes suelos, soportar la sequía, poseer altos rendimientos con un alto porcentaje en hojas, alta producción de semilla botánica, adecuado valor nutricional, poder asociativo, soportar la sombra en sistemas con árboles, resistencia a plagas, ensilar bien, alto potencial de producción de leche y carne. Las variedades evaluadas y recomendadas de *M. maximus* reúnen estos requisitos.

Resultados alcanzados en las investigaciones y extensión de M. maximus *con manejo agroecológico*

En esta especie existen tantas publicaciones que es difícil sintetizar los resultados alcanzados en todos estos años. En el caso de los resultados de Cuba, se realizó una síntesis de los principios generados, es decir se mencionan los mejores tratamientos o experiencias exitosas, y no fue posible en todos los casos respaldarlos con citas, para no hacer tan extenso el artículo; también se citan resultados de otros países con resultados destacados.

Programa de mejoramiento

En lo relacionado con la interacción genotipo-ambiente, las investigaciones permitieron delimitar el número de localidades contrastantes, independientemente de la similitud o diferencia de suelo y clima, así como predecir el comportamiento de los cultivares en otras zonas no evaluadas (siempre que se conozca su índice ambiental); con ello se redujo el número de ensayos regionales y los costos de la investigación en casi un 50%.

Se determinó, además, cuáles eran los factores ambientales más contrastantes en el comportamiento del pasto (época, localidad, año, fertilización y riego), así como la adaptabilidad general y específica de los cultivares en ambientes favorables y desfavorables.

Se utilizó una planta sexual tetraploide para la obtención de híbridos de polinización abierta con 7 variedades apomícticas como polinizadores, se seleccionaron y evaluaron 24 híbridos en diseños apropiados para determinar el tipo de acción genética en los principales caracteres. Un grupo de híbridos se destacó por su rendimiento y otro por su calidad (Machado *et al*., 1987 y Machado *et al*., 1988).

Como resultado del trabajo en el mejoramiento de *M. maximus*, se seleccionaron 15 cultivares introducidos, 11 clones a partir de la población cubana, 9 híbridos apomícticos, 3 progenitores sexuales mejorados y 3 somaclones. En la cuadro 1 se muestran los rangos del potencial productivo de estas selecciones.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Los somaclones e híbridos hicieron un aporte significativo en el índice de calidad en relación con las poblaciones naturales.

CUADRO 1
Potencial productivo del material seleccionado.

Procedencia	Rendimiento de MS (g/macolla)		Índice de calidad		Hojas (%)	
	PPLI	PLI	PPLI	PLI	PPLI	PLI
Introducidos	102.1-333.1	543.0-781.6	17.0-21.1	17.1-20.6	89.5-91.4	80.1-90.3
Colectados en Cuba	125.0-373.0	378.0-580.0	18.2-21.4	17.6-21.3	95.6-100.0	90.5-96.4
Somaclones e híbridos	176.0-251.9	499.0-750.9	21.0-26.6	18.8-19.5	95.4-100.0	90.1-95.4

Fuente: Machado y Seguí, 1997.
PPLl: Periodo poco lluvioso; PLl: Periodo lluvioso

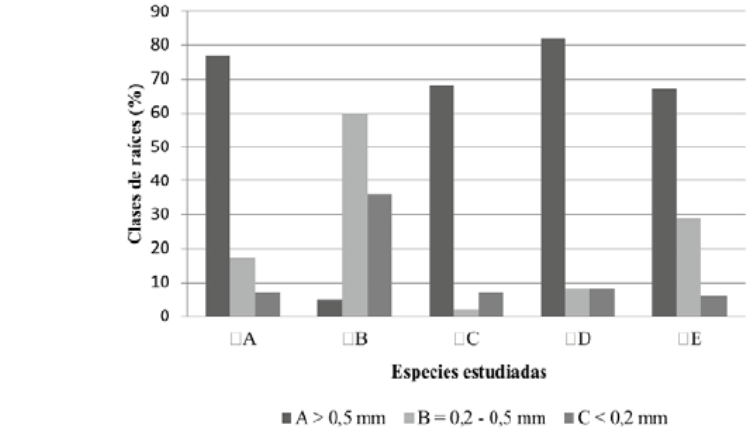
Adaptación a diferentes suelos y resistencia a la sequía

M. maximus se adapta a un amplio espectro de suelos, aunque prefiere los neutros de mediana a alta fertilidad y bien drenados, con pH de cinco a ocho. Progresa en ambientes con precipitaciones entre 600 y 2 500 mm. Resiste la humedad, pero no el encharcamiento prolongado, y soporta la sequía.

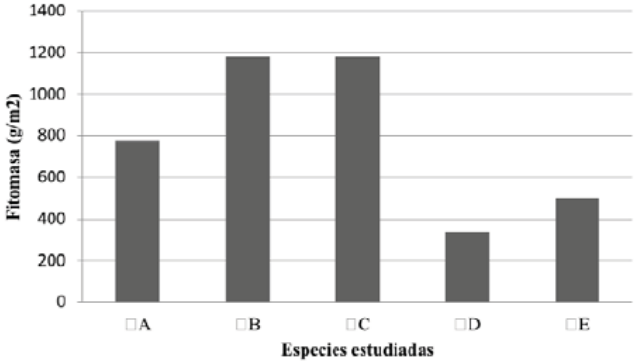
El comportamiento de la variedad Likoni también fue evaluado en suelos sabanosos, típicos de la región central de Cuba, en Cascajal, los cuales son moderadamente ácidos. En esas condiciones se determinó que este pasto alcanzó mayor rendimiento y altura al compararlo con el resto de las especies evaluadas.

Se estudió la fitomasa subterránea en cinco gramíneas [Andropogon gayanus Kunth cv. CIAT-621; *M. maximus*; *Cenchrus ciliares* L., *Cyndon nlemfuensis* Vanderyst y *Urochloa mutica* (Forssk.) R.D. Webster ex Zon (=*Brachiaria purpurascens* (Raddi) Henrard)], que fueron sometidas a pastoreo intensivo sin riego, ni fertilización. El porcentaje de raíces medianas y finas en los géneros estudiados (figura 2), es superior en *M. maximus*, lo que indica que esta especie presenta una alta proporción de raíces finas que le permiten una mayor capacidad para tomar el agua y los nutrientes del suelo, y puede adaptarse mejor a las condiciones de sequía (Hernández *et al.*, 2011).

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



a)



b)

FIGURA 2
Fitomasa subterránea (a) y clases de raíces en cinco especies de pastos (b).
Leyenda de las especies utilizadas: A-A. *gayanus*; B-M. *maximus*; C-C. *ciliares*; D-C. *nlemfuensis* y E-U.*mutica*.

Producción de semilla

Los estudios realizados concluyeron que cuando el objetivo sea producir semilla, la siembra se hará preferentemente en hileras, en surcos espaciados a una distancia entre 1.0 y 1.5 m y una densidad entre 0.4 y 0.5 kg de SPG[1] /ha o entre 4 y 6 kg de semilla total/ha, que posea buena calidad.

La profundidad no debe ser superior a los 3 cm, y es posible efectuar la siembra de forma manual o mecanizada. Se necesita mantener el campo limpio de plantas arvenses. La cosecha se efectuará aproximadamente a los 20 días de la aparición de la antesis, y cuando el campo tenga alrededor del 70% de sus panículas abiertas, y las semillas pasen del color verde al pardo amarillo o color canela; y una de sus ventajas es que con *M. maximus* cv. Likoni es posible efectuar seis cosechas al año, pero si no se aplica riego se obtienen de tres a cuatro.

La inflorescencia es del tipo panícula (panoja) y su cosecha debe hacerse por medio de observaciones fenológicas entre los 13 y 23 días después de la aparición masiva de la hoja bandera, cuando ha ocurrido entre un 50 y 60% del desgrane. La cosecha puede hacerse con una cosechadora mecánica acoplada a un tractor o con una combinada; así como de forma manual, cortando las panojas y organizándolas en bultos o pilas de hasta 1.5 m de altura (sudado de la semilla), en un secadero a la intemperie o bajo techo, para sacudirlas al tercer día.

La mayor producción de semillas se obtiene en los meses de marzo-abril; junio-julio y septiembre-octubre. Cuando se siembra en surcos a 70 cm más rodillo con una densidad de 8 kg de ST[2] /ha produce 750 kg de ST/

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ha y 445 kg de ST/ha (voleo más grada) y la fertilización debe ser de acuerdo al suelo. En los estudios realizados en la eepfih se emplearon 360 kg de N/ha/año. Los campos con cuatro años de explotación, rehabilitados con arado más grada más cultivador, pueden producir 140.0 kg de SP^3 /ha. Con el "sudado", después de la cosecha (pilas con una altura de 1.0 a 1.5 m), logra 40.0% de germinación a los diez meses de almacenamiento al ambiente, con 80% de viabilidad (Pérez *et al*., 2006).

Rendimientos

Los numerosos estudios realizados evidenciaron que para utilizarla en pastoreo o como forrajera, se debe sembrar preferiblemente entre mayo y julio, y alcanza su establecimiento en 120 o 150 días. La siembra se debe realizar en línea más rodillo, con 4 kg de ST/ ha y 9% de germinación (0.36 kg SPG^1 /ha), o a voleo más grada con una densidad de 8 a 12 kg de ST/ha. Se establece bien en pastos naturales con 3 kg de ST/ ha y dos pases de grada.

En una revisión, Milera *et al*., 2017, reportaron rendimientos desde 12.0 t de MS/ha/año (sin riego ni fertilización) hasta 26.0 t de MS/ha/año (cuando se fertiliza con 350 kg de N/ha/año) en suelos ferralíticos rojos de mediana fertilidad. En la época de escasas precipitaciones produce entre el 28 y el 36% del volumen anual de la biomasa. Produce un alto número de hijos (entre 150 y 300) y una elevada producción de hojas (de 35 a 50 cm de largo y de 1.9 a 2.5 cm de ancho). En secano y sin fertilización alcanza una altura entre 25 y 60 cm y en lluvia entre 54 y 95 cm. Con riego y fertilización la altura puede ser de 120 cm.

En el suelo ferralítico rojo, se debe aplicar una fertilización de mantenimiento cada 5-6 años en cantidades no mayores de 200 kg P_2O_5/ha, y en el caso del potasio, una sola vez/año con dosis no mayores de 100 kg K_2O/ha, con lo cual se reducen los gastos, además de evitar el daño mecánico al suelo y la planta (Hernández y Cárdenas, 1990).

Álvarez *et al*. (2016a), cuando utilizaron abonos líquidos, observaron incrementos en el rendimiento con la dosis más alta de 5 000 L/ha.

Se realizaron estudios en un suelo ferralítico rojo hidratado de mediana fertilidad para evaluar en pastoreo 19 accesiones de tipo pequeño y gigante, [CIH-13, SIH-697, CIH-3, CIH-15, CIH-6, CIH-22, CIH-104, SIH-759, SIH-421, SIH-810, SIH-10, SIH-127 (testigo), CF-305, CC-1146, Montícola, Serpentinícola, Tardío pequeño, Gramalote de Puerto Rico y Likoni (testigo)], y se manejaron en igualdad de condiciones, por lo que la diferenciación e identificación de los tipos sobresalientes y de peor comportamiento no estuvo comprometida por este factor, sino por la respuesta inherente al fenotipo.

Aunque existió superioridad en los genotipos gigantes en términos de disponibilidad de biomasa, en comparación con los tipos medianos, estos últimos fueron más eficientemente utilizados, a la vez que mostraron los menores índices de afectación por estrés y un mayor vigor durante el periodo experimental.

A partir de los resultados se recomiendan los tipos medianos CIH-6, SIH-810 y CIH-22 como variedades precomerciales para condiciones similares a las utilizadas en el presente estudio, e incluir el tipo gigante SIH-759 en ensayos en los que se emplee el corte o el pastoreo con mayor intensidad (Machado, 2012; 2013).

Valor nutricional

Con relación a los factores que influyen en el valor nutritivo y los rendimientos de nutrimentos, se realizaron evaluaciones con carneros en jaulas de metabolismo en diferentes épocas y edades de rebrote y niveles de fertilización. Hernández y Cáceres (1983), refirieron que los valores de EM variaron de 1.8-2.2 Mcal/kg de MS; la PB de 46.9-110.0 g/kg MS; la PBD de 17.8-82.3 g/kg MS y el consumo de 47.8-67.1g MS/kg $PV^{0.75}$ sin afectaciones considerables sobre la energía por la época y nivel de fertilización, pero sí sobre los valores proteicos y el consumo, y encontraron que en sentido general, la edad fue la que más afectó los parámetros del valor nutritivo, aunque existió una tendencia a presentarse los mejores valores en la época de seca, particularmente en el contenido de proteína. Teniendo en cuenta los consumos y rendimientos de proteína bruta digestible y energía metabolizable, la variedad Likoni fue superior en el valor nutritivo a *king grass*, sorgo forrajero, buffel biloela y pasto estrella jamaicano.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

En los rendimientos de nutrimentos existió un marcado efecto de la época lluviosa, en la cual prácticamente se duplicaron las producciones de proteína bruta digestible y de energía metabolizable.

Conservación

Se henificaron los cultivares de guinea (*M. maximus*): Común de Australia, Selección SIH-127 y Makueni entre 6 y 7 semanas de edad con fertilización de 60 kg de N/ha, y se efectuó el corte en horas de la mañana con una segadora de cuchillas en peine, y la exposición al sol por no más de tres días. Se determinó el consumo y la digestibilidad utilizando 18 carneros criollos similares en edad y peso vivo, distribuidos en diseño de cambio con periodos experimentales de 21 días, de los cuales los siete últimos fueron dedicados a la toma de datos. No se observaron diferencias significativas en la digestibilidad de la MS y MO entre tratamientos, mientras que la digestibilidad de la PB (55.4) y FB (68.1%) fueron significativamente mayores ($P< 0.01$) en la SIH-127 que en los demás cultivares (Cáceres *et al.*, 1984).

Existen un conjunto de factores a considerar en la conservación para ensilar que no deben violarse, independientemente de la especie que se ensile (fertilización, edad, troceado, tiempo de fabricación, apisonamiento y tapado). Al conservar en forma de ensilaje la guinea Likoni con una edad de 4 a 8 semanas, fertilizada con 60 kg de N/ha/ corte, ensilada con o sin miel y troceada a una longitud de partícula de 2 cm, los rangos en que variaron los parámetros fermentativos fueron: pH de 4.0 a 4.7 cuando se utilizó miel como aditivo y de 4.4 a 5.4 cuando no se usaron aditivos, mientras que el contenido de NH_3 % NT varió de 15 a 39 y de 23.5 a 35.3%. Las pérdidas de MS variaron de 9.6 a 9.9% y las de proteína bruta de 19 a 21%.

La conservación de tres gramíneas: guinea likoni, *C. nlenfuensis* cv. Tocumen y *Pennisetum pupureum* (king grass); con una edad de 60 (Likoni y Tocumen) y 80 días (king grass) sin el uso de aditivos, se evaluó obteniendo en la producción de leche 5.6, 4.6 y 4.0 Kg/vaca día; en el consumo 10.3, 9.2 y 9.0 Kg MS/animal/día (vacas) y 55.6, 50.9 y 42.0 g MS/$Kg^{0.75}$ (carnero); y por último en la digestibilidad de la materia orgánica: 59.2, 59.2 y 63.2 (Likoni, Tocumen y king grass; respectivamente). Los resultados indicaron que Likoni fue la especie con mejor comportamiento.

La inclusión del dolichos [*Lablab purpureus* (L.) Sweet cv. Rongai] en la elaboración de ensilaje con *M. maximus*, para determinar su efecto sobre la calidad fermentativa, concluyó que la combinación de la leguminosa con la gramínea benefició la calidad fermentativa de los ensilajes y los mejores resultados se alcanzaron cuando la leguminosa fue incluida en el 40% del alimento conservado (Ojeda *et al*., 1992).

En un estudio para conocer la ensilabilidad de la combinación *Morus alba* L. y *M. maximus*, los resultados indicaron que la inclusión de morera entre el 10 y 30% permitió obtener los mejores valores de materia seca para la conservación (32-37%). La proteína bruta presentó incrementos en la medida que la morera aumentó y alcanzó 8.6% con el 30% de inclusión. La combinación de los forrajes indujo disminuciones en la relación proteína soluble/proteína bruta (%), con los resultados menos eficientes cuando ambos forrajes se conservaron por separado. La introducción de la morera ocasionó una tendencia a la disminución del pH (5.3) de los ensilajes, sobre todo en el tratamiento con 30%. La evaluación integral de los indicadores demostró que la proporción de 70:30 fue la más efectiva (Ojeda *et al*., 2006).

Resistencia a plagas

A pesar que *M. maximus* pueda cumplir con el principio de ser una planta resistente a plagas para enfrentar el cambio climático, dado fundamentalmente por la existencia de diversas variedades, clones, cruzamientos y selecciones que se adaptan a diferentes ecosistemas, lo esencial quizá sean sus características botánicas, su gran potencial para producir semilla y el manejo adecuado de la gramínea en sí, pues las plagas siempre constituirán un componente de los agroecosistemas.

En ese sentido, en el contexto fitosanitario de los pastos y forrajes en Cuba, se han realizado investigaciones al respecto, de las cuales se relacionan a continuación algunos resultados.

Entre los primeros, se citan los obtenidos por Miret y Rodríguez (1983), cuando evaluaron los cultivares Likoni, Makueni, Común de Australia, Común local y la SIH-127, que se le aplicaron tres dosis de fertilizante nitrogenado (0, 240 y 360 kg de N/ha/ año). El insecto que más afectó a medida que se incrementó la dosis del

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

fertilizante fue *Remigia* (=*Mocis*) sp. El cultivar más atacado en el periodo poco lluvioso fue Likoni, mientras que en el poco lluvioso fue el común local. En tanto, el patógeno que más causó afectación en todos los cultivares cuando se aplicó la mayor dosis del fertilizante, fue el hongo Pyrenophora graminea S. Ito & Kurib. (=*Helminthosporium gramineum* Rabenh. ex Schltdl.). En el caso del control de *Remigia* spp., se destaca la estimación de la población de este insecto mediante la utilización de trampas de melaza, las cuales se utilizan como método de muestreo, pero a su vez contribuyen al control directo del insecto y a estimar su presencia con vista a emplear otras alternativas dentro de su estrategia de manejo (Barrientos, 1990).

De la Paz *et al.* (1990) por su parte, determinaron que *Chirothrips crassus* Hind. (Thysanoptera: Thripidae) afecta el mayor porcentaje de flósculos a medida que se desarrolla la panícula, pues las larvas se incrementaron desde que la panícula recién emergió hasta después de los 5 cm sobre la vaina. Este insecto afectó el 95.7% de los flósculos cuando aún no habían alcanzado su estado de floración plena, y causó pérdidas considerables en la producción de semilla (40%). Por otro lado, comprobaron su indiscutible capacidad de selección por las espículas hermafroditas, pues en abril y mayo afectó el 100 %. Respecto a la correlación entre los elementos del clima y la densidad poblacional de *C. crassus*, Delgado *et al.* (1992) encontraron que los que más influyeron en la mayor o menor incidencia de este insecto fueron los relacionados con la temperatura del aire. En cuanto a la preferencia del insecto, no existió una relación exacta entre el color de las espículas y el nivel de afectación ocasionado (aunque prefirieron las de envolturas verde-moradas). En el control de *C. crassus*, García y García (1990), alcanzaron una efectividad similar al Bi-58 con Bb (5 L/ha) (82.6 vs. 75.0%).

Otro resultado relevante fue el de Alonso *et al.* (2011), quienes al evaluar durante tres años dos agroecosistemas ganaderos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit cv. Perú y *M. maximus* cv. Likoni, encontraron 103 insectos asociados a la gramínea, 59 fitófagos (57%) y 44 benéficos (43%), entre los que se incluyen: 23 depredadores (22%), 13 parasitoides (13%), un polinizador, cuatro descomponedores de la materia orgánica, un coprófago y dos micófagos; teniendo en cuenta que 78 especies coincidieron en ambos estratos. Esto permitió constatar que la guinea, debido a su condición macollosa, genera un mayor número de hábitats donde se refugian los insectos. Destacándose, en ese sentido, especies de los géneros: *Conura, Pimpla* y *Rogas,* los cuales se informan entre los diez más representativos de las principales familias de entomófagos de este orden en Cuba (Vázquez, 2006).

Con relación a los microorganismos patógenos, según los estudios de campo realizados por Delgado *et al*. (1990) acerca la resistencia aparente a hongos de las espículas en una colección de *M. maximus,* el clon K 63 fue el menos afectado por *Tilletia ayresii* Berk. (16% de infestación), y el T-96 (9%) por *Cerebella andropogonis* Ces.

Mientras Alonso y Delgado (1998), al evaluar un lote de semillas almacenadas al ambiente de *M. maximus* cv. Likoni, obtuvieron que los agentes fungosos que se presentaron durante todo el periodo experimental fueron: *Curvularia* sp., *Fusarium* sp. y *Helminthosporium* sp.; el primero de ellos fue el que provocó la mayor infestación durante los 12 meses (23.96% como promedio). Para su manejo fitosanitario Lezcano *et al.* (2000) citan la acción fungicida de los extractos acuosos de albahaca morada (Am) (*Ocimum sanctus* L.) y de eucalipto (*Eucaliptus* sp.) (Es) aplicados sobre semillas de *M. maximus* cv. Likoni de 10 meses de almacenadas al ambiente; los cuales ejercieron un control positivo sobre los hongos de almacén, con respecto al testigo (T). Se redujo tanto el número de agentes fungosos como el porcentaje de infección por ellos.

Sistemas asociados con leguminosas herbáceas y arbóreas

En la evaluación de una asociación de *M. maximus* con leguminosas nativas de los géneros *Centrosema* y *Desmodium* en pastoreo diferido con reposo prolongado en una vaquería con una alta intensidad de pastoreo, los resultados indicaron que la población de leguminosas se incrementó hasta alcanzar 29% con el pastoreo diferido, sin afectar su calidad, por lo que se recomienda que se utilice esta variante de manejo para la recuperación de pastizales en condiciones similares (Guevara *et al*., 2003).

Cuando se estudió el intercalamiento de leguminosas temporales (un cultivar de *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek y tres cultivares de *Vigna unguiculata* Walpeers) con *M. maximus* se constató que las mismas

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

presentaron ventajosos índices equivalentes del uso de la tierra, con valores superiores a uno. Se concluyó que el uso de las leguminosas temporales en policultivo con las gramíneas no afectó su establecimiento, y que la cosecha de la semilla y de los granos mejoró la eficiencia biológica durante el proceso.

En otra evaluación sobre un suelo vertisol se estableció el *M. maximus* cv. Likoni solo y asociado a dos leguminosas herbáceas: *Neonotonia wightii* Lackey cv. *Tinaroo* y *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urb. cv. Siratro. El porcentaje de las especies en ambos tratamientos se incrementó en el tiempo y se observó una alta presencia de leguminosas al finalizar el periodo de evaluación. Se concluye que es posible lograr un buen establecimiento del pasto *M. maximus* solo y asociado a estas leguminosas en las condiciones edafoclimáticas de la región oriental de Cuba.

La asociación de *M. maximus* con dos leguminosa herbáceas: *Centrosema pubescens* Benth. y Kudzú [*Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth.], evidenció que los mayores valores de los indicadores morfológicos, la productividad, la calidad, y la ganancia se mostraron al emplear Pueraria. Se concluyó que en las condiciones de la Amazonia ecuatoriana, la inclusión de mezclas de las dos plantas rastreras mejora la relación de nutrientes y el comportamiento de los componentes del rendimiento de materia seca de *M. maximus* (Álvarez *et al*., 2016b).

Tolerancia a la sombra

Cuando se determinó el efecto de la sombra sobre el pasto guinea en condiciones controladas, se pudo apreciar una reducción significativa en el diámetro de la macolla bajo la sombra con relación a la luz (4.23 cm vs 4.64 cm); mientras que la altura de la planta mostró una considerable mejoría con la atenuación de la luz (0.37 m a la sombra vs 0.27 m a la luz) y la temperatura del suelo disminuyó notablemente con la sombra (de 28.84 a 26.75 ºC). Los indicadores: número de vástagos, porcentaje de hojas, porcentaje de MS, peso de la biomasa radical y aérea, y la relación raíz-vástago no difirieron entre los tratamientos. Se concluye que es posible la introducción del *M. maximum* en el campo bajo niveles de sombra moderados, condición bajo la cual esta planta se manifiesta como especie tolerante (Pentón, 2000).

Contribución al suelo

En un sistema silvopastoril compuesto por *M. maximus* y *L. leucocephala* sin la aplicación de fertilizantes, se analizó la relación en la descomposición de la hojarasca con algunos factores del clima, así como la densidad y la diversidad de la macrofauna asociada. De forma general, los resultados demostraron que el comportamiento de la descomposición de la hojarasca, tanto en la guinea como en la leucaena, estuvo relacionado con los factores climáticos, humedad, temperatura, precipitación y la calidad de la hojarasca. Estos posibilitaron la presencia de una diversa y estable fauna asociada, la cual influyó en el proceso de descomposición que prevaleció durante el periodo experimental (Sánchez *et al*., 2010).

Repuestas en producción animal en monocultivo

En las investigaciones realizadas para determinar el potencial de producción de leche, se utilizaron vacas del cruce Holstein x Cebú, que sólo tenían acceso al pastoreo, agua y sales minerales, sin suplementos concentrados. Las variedades más destacadas fueron Likoni con y sin riego, Uganda, Común de Australia, SIH-127 y SIH-421 (cuadro 2).

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

CUADRO 2
Potencial de producción de leche de variedades de *M. maximus*.

Pasto *M. maximus*	Carga	P. de leche Kg/vaca/día	Fertilización Kg N/ha/año	Riego
cv. Likoni	3	9.0	80	NO
cv. Likoni	3	10.4	350	SI
Uganda	3	9.6	350	SI
Común de Australia	3	9.6	350	SI
SIH-127	3	10.0	350	SI
SIH-421	3	11.2	80	NO

Fuente: Lamela, 1991.

En las investigaciones desarrolladas con diferentes presiones de pastoreo en producción de leche, con tres ofertas de MS: A-15, B-35 y C-55 kg de MS/vaca/día, se estudiaron la disponibilidad de MS y su disposición vertical, las fracciones estructurales por estratos, el consumo, valor nutritivo y la producción de leche. El 46 y 48% de la disponibilidad se situó en los estratos superiores a 20 cm de altura, donde también se encontraron el 70, 76 y 80% de la hoja disponible en A, B y C respectivamente, a pesar de que hubo una tendencia ($P< 0.001$) al incremento de la densidad total en el estrato inferior del pastizal en todos los tratamientos. La hoja fue la fracción estructural que mantuvo el mejor valor nutritivo, que varió en los estratos de acuerdo con la condición estructural y se mantuvo más favorable por encima de 20 cm de altura.

La guinea Likoni presentó un notable potencial productivo y una alta capacidad para ser manejada intensivamente, por lo que se recomienda utilizar un método de explotación que permita que los animales con mayor potencial dispongan de ofertas de 35 a 55 kg de MS/vaca/día. Ofertas por debajo de 35 kg de MS/animal/día deben ser ofrecidas a animales de menores requerimientos (Hernández *et al*., 1992).

Cuando se manejó con pastoreo racional en un suelo de mediana fertilidad con una precipitación media anual de 1,300 mm, sin el empleo de fertilización y riego y reposos de 37 y 60 días promedio en lluvia y seca respectivamente, *M. maximus* fue una de las especies con mejor comportamiento en disponibilidad y persistencia, ya que soportó una carga instantánea promedio anual de 200 UGM/ha durante cuatro años de evaluación (Milera, 2016).

El manejo con terneros de tres especies de gramíneas (*Digitaria decumbens* Stent., *Cynodon dactylon* (L.) Pers. y *M. maximus*) arrojó que en pangola se alcanzaron las mayores ganancias en la época de lluvia, seguidos por guinea likoni, sin diferencias significativas en la época de seca entre tratamientos (Simón y Herrera, 1987). Los estudios en ceba final, para determinar la capacidad del *M. maximus*, arrojaron que con cargas menores que 2 animales/ha se puede prescindir de la fertilización, pero cuando se incrementa la carga debe aplicarse carga-nivel de nitrógeno; 3-80 kg, 4-160 kg. La aplicación de 160 kg de N/ha permitió estabilizar la composición botánica del pastizal cuando se emplearon cargas en la ceba de toros de 4 animal/ha.

Sistemas silvopastoriles (SSP)

En los SSP (leucaena+guinea), sin el empleo del riego y la fertilización, la macrofauna edáfica presenta mayor riqueza de organismos (en los que predominan las lombrices de tierra), en relación con los que solo poseen gramíneas mejoradas; además, los índices de diversidad y uniformidad también son superiores, lo que indica que la presencia de los árboles potencia la actividad biológica del suelo y garantiza la estabilidad del sistema a través del tiempo (Sánchez *et al*., 2011).

Las especies de árboles más utilizados en estos sistemas son *L. leucocephala*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, *Albizia lebbeck* (L.) Benth. (Milera *et al*., 2014), conjuntamente con *Bauhinia purpurea* L.; mientras que los

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

pastos más abundantes por su capacidad para asociarse con estos son *M. maximus* y *C. nlemfuensis* (López *et al*., 2015).

Otro aspecto importante lo constituye el hecho de que en las multiasociaciones (SSP intensivos) con gramíneas, que incluyen un alto porcentaje de *M. maximus*, leguminosas herbáceas y arbóreas con alta densidad (15,000 plantas/ha), sin riego ni fertilización, donde existe gran diversidad de la dieta ofrecida y consumida, y mayor componente de leguminosas que de gramíneas, se produce una mejora de tal magnitud en la calidad nutritiva de la dieta que, con 25 kg de MS/vaca/día, se alcanzan resultados similares a aquellos sistemas con riego y fertilización sin suplementos concentrados, en los que se realizaron ofertas entre 30 y 50 kg de MS/vaca/día (Hernández *et al*., 2011). Además, se pueden utilizar cargas de hasta 2.5 UGM/ha por lo que se logra mantener la producción de leche individual en valores alrededor de 10 kg/vaca/día, permitiendo así incrementar una producción de leche por hectárea de 3,000 a 6,000 kg/año.

En SSP (*M. maximus-L. leucocephala*), con vacas de mediano potencial, donde el pasto representa el 90 y el 85% de la dieta, y el follaje de la arbórea el 10 y el 15% en el periodo lluvioso y poco lluvioso, respectivamente, la ración de los animales presenta un contenido de proteína cruda de 11-13% y de 12-14% para cada periodo, respectivamente; mientras que, la degradabilidad *in vitro* de la MS es superior a 60% en ambos periodos. Ello se debe al incremento en la calidad del pasto en asociación con la arbórea (leguminosa, fundamentalmente) y al aporte de follaje que hace esta última a la dieta de los animales (López *et al*., 2014).

En las vacas manejadas en sistemas con asociación de *M. maximus* y *C. nlemfuensis* con *L. leucocephala*, cuando paren con CC entre 3 y 3.5 (en la escala de 0-5), la producción de leche es superior entre 20 y 25% con respecto a las que paren con CC inferior a 2.5 o superior a 3.5, mientras que, la eficiencia reproductiva, medida a través del intervalo parto-gestación y el número de servicios por gestación, es superior en las vacas con CC entre 3,0 y 4,0 al compararse con una CC inferior a ésta (López, citado por Blanco *et al*., 2017).

En la evaluación con animales Cebú que iniciaron el pastoreo con PV de 220-230 kg en cuatro sistemas en los que se asoció *M. maximus* con las leñosas: leucaena, bauhinia y albizia (600-900 árboles/ha), para compararlas con un control con gramíneas mejoradas, se obtuvo que los sistemas con árboles aventajaron significativamente (más de 600 g/animal/día) al control (Hernández, 2000).

Consideraciones finales

Como resultado del trabajo realizado en el mejoramiento de *M. maximus*, se seleccionaron 15 cultivares introducidos, 11 clones a partir de la población cubana, 9 híbridos apomícticos, 3 progenitores sexuales mejorados y 3 somaclones.

Los estudios realizados con el material introducido y colectado en Cuba y en los somaclones e híbridos, indican un buen comportamiento con diferentes portes, en indicadores del rendimiento, índice de calidad y el porcentaje de hojas, superiores o igual a la variedad comercial testigo que fue Likoni.

Las variedades comerciales y los tipos estudiados sin fertilización, presentaron altos rendimientos de MS al compararlos con la testigo Likoni y con otras gramíneas promisorias.

M. maximus se adapta a un amplio espectro de suelos, produce un alto número de hijos y una elevada producción de hojas, soporta la sequía y prospera bien bajo la sombra de leguminosas arbóreas.

Con relación a la siembra asociada con diferentes leguminosas herbáceas para el manejo en pastoreo, también se logra un buen establecimiento.

Con el cv. Likoni es posible producir seis, y de tres a cuatro cosechas de semilla al año, con riego y sin éste.

En cuanto a su fitosanidad, lo más importante es que, si esta planta se maneja adecuadamente, podrá contribuir mejor con su rol ecológico dentro de los diferentes agroecosistemas, referente a la conservación de enemigos naturales, para así mantener el equilibrio entre fitófagos y organismos benéficos.

Los resultados en producción de ensilajes indicaron que cultivar Likoni fue el que presentó el mejor comportamiento, y confirmaron la posibilidad de no emplear aditivos en el proceso de ensilado. Cuando se

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

ensiló con leguminosas y plantas proteínicas, mantuvo las características de ensilabilidad con un mayor valor nutricional, y en el caso de M. alba se observó una tendencia a la disminución del pH y la mejor proporción gramínea-morera fue 70:30.

Mantiene su persistencia en pastoreo cuando se maneja con altas cargas instantáneas, posee un potencial productivo para obtener 10 litros de leche/vaca/día cuando se emplea riego y fertilización o en sistemas asociados con leguminosas arbóreas; no obstante, para alcanzar resultados satisfactorios deben cumplirse ofertas de 35 kg y 25 kg de MS/animal/día, en monocultivo y en asociación con alta densidad de leguminosas arbóreas respectivamente.

En la ceba vacuna se alcanzan ganancias de 600g/animal/día en sistemas asociados con leguminosas arbóreas.

Las características que presenta *M. maximus*, permiten afirmar, que puede formar parte de ecosistemas ganaderos resilientes al cambio climático, por lo cual es imprescindible la conservación tanto de los materiales introducidos como de aquellos obtenidos durante el programa de mejoramiento por constituir la garantía para el establecimiento de ecosistemas ganaderos resilientes, y para el mejoramiento de los depauperados pastizales de la ganadería.

Referencias

Alonso, O. y Delgado, A. (1998). Microflora fungosa detectada en semillas de *Panicum maximum* cv.Likoni. *Pastos y Forrajes* 21(1): 75-80.

Alonso, O.; Lezcano, J.C. y Moraima, S. (2011). Composición trófica de la comunidad insectil en dos agroecosistemas ganaderos con *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit y *Panicum maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes* 34(4): 433-444.

Altieri, M.A. & Nicolls, C.I. (2013). Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas. *Agroecología* 8(1): 7-20.

Álvarez, G.R.; Vargas, J.C.; Franco, F.J.; Álvarez, P.E.; Samaniego, M.C.; Moreno, P.A.; Chacón, E.; García, A.; Arana, R. y Ramírez de la Rivera, J. (2016a). Rendimiento y calidad del pasto *Megathyrsus maximus* fertilizado con residuos líquidos de cerdo. *REDVET* (Rev. Electrón. Vet.) 17(6).

Álvarez, G.R.; Vivas, R.L; Suárez, G.R.; Cabezas, R.R.; Jacho, T.E.; Llerena. T.J.; Valverde, H.E.; Moreira, Y.E.; García, A.R.; Chacón, E. y Verdecia, D.M. (2016b). Componentes del rendimiento y composición química de *Megathyrsus maximus* en asociación con leguminosas. *REDVET* (Rev. Electrón. Vet.) 17(12).

Barrientos, A. (1990). *Estimación de la población potencial de* Mocis sp. *en pastos, mediante la utilización de la trampa-miel como método de muestreo*. Propuesta de generalización. ICA, La Habana, Cuba. 7pp. (mimeo).

Blanco, F.; Milera, C. M. y Machado, R. (2017). *Génesis y Evolución. 55 Años de Ciencia e Innovación*. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Cinco decenios dedicados a la ciencia. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Cuba. 362 p.

Cáceres, O., Esperance, M. & Oramas, J. (1984). Valor nutritivo del heno de hierba guinea. *Pastos y Forrajes* 7(2): 251-260.

De la Paz, G.; Miret, R. y Delgado, A. (1990). Flósculo más atacado y momento en que un Thrips afecta la inflorescencia del *Panicum maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes* 13(3): 279-283.

Delgado, A.; de la Paz, G. y Miret, R. (1992). Niveles de incidencia en *Panicum maximum* Jacq. e interacción de los factores del clima sobre la densidad poblacional del *Chirothrips crassus* Hind. *Pastos y Forrajes*. 15(2): 144-152.

Delgado, A.; Machado, H. & de la Paz, G. (1990). Evaluación de la resistencia de hongos de las espículas en una colección introducida de *P. maximum* Jacq. *Pastos y Forrajes*. 13(1):59-65.

Dumonth, B.; González-García, E.; Thomas, M.; Fortun-Lamothe, L.; Ducrot, C.; Dourmad, J. y Tichit, M. (2014). Forty research issues for the redesign of animal production systems in the 21st century. *Animal*. 8(8): 1382-1393.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Egea-Fernández, J.M.; Egea-Sánchez, J.M.; Egea-Sánchez, I. y Rivera-Núñez, D. (2015). Recursos Fitogenéticos. En: *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar al mundo una propuesta agroecológica para tierra de iberos. Ed. Integral.* Asociación para el Desarrollo Rural. Pp. 13-24.

FAO. (2013). *Enfrentamiento al cambio climático través de la ganadería. Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación.* Organización de las Naciones Unidades para la Agricultura y la Alimentación. Roma. ISBN 978-92-5-307921-6.112p.

Fernández, A. M. (2016). Innovación sostenible en pastos: hacia una agricultura de respuesta al cambio climático Lugoa Coruña. *Pastos* 45(2): 50-52.

García, M. y García, J.L. (1990). *Estudio de la efectividad de* B. bassiana *en el control de* Chirothrips crassus *Hind*. Proyecto de Grado para optar por el título de Técnico Medio en Agronomía. Instituto Politécnico Agropecuario Juan Dioscórides. Prieto-Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Cuba.

Guevara, R.; Ruiz, R.; Curbelo, L.; Guevara, G.; Gálvez, M.; Martínez, S.J.; Estévez, J. y Pedraza, R.M. (2003). Asociación de guinea (*Panicum maximum*) con leguminosas nativas explotadas en pastoreo racional en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes* 26(13): 215-220.

Hernández, D.; Carballo, M.; García-Trujillo, R.; Mendoza, C. y Robles, F. (1992). Estudio del manejo de *Panicum maximum* cv. Likoni para la producción de leche. IV. Respuesta animal y comportamiento del pastizal. *Pastos y Forrajes* 15(3): 249-259.

Hernández, D.; Carballo, M. y Reyes, F.. Manejo racional de una multiasociación árboles-pastos. En Voisin, A. *Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. (Ed. Milera, M.). La Habana, Cuba. (2011). Pp. 513-535.

Hernández, L. Milera, M.C. & Blanco, F. Influencia del sistema de explotación y la especie sobre los componentes de la fitomasa subterránea. En André Voisin. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. (Ed. Milera, M.). La Habana, Cuba. (2011). Pp. 426-442.

Hernández, M. y Cáceres, O. (1983). Guinea Likoni. Pastos y Forrajes 6(1):1-16.

Hernández, M. y Cárdenas, M. (1990). Estudio del efecto residual del fertilizante fosfórico aplicado a la guinea likoni. *Pastos y Forrajes*. 13(2):165-170.

Hernández, I. (2000). *Utilización de las leguminosas arbóreas* L. leucocephala, A. lebbeck y B. purpurea *en sistemas silvopastoriles*. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.

IPCC. (2014). *Climate Change* 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team: Pachauri R.K. and Meyer L.A. (eds.)]. IPCC. Geneva, Switzerland.

IPCC. (2015). Resumen para responsables de politicas. En: *Cambio climatico 2014: Mitigacion del cambio climatico. Contribucion del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluacion del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climatico* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlo#mer, C. von Stechow, T. Zwickel y J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de America. 176 p.

Lamela, L. *Evaluación de pastos para la producción de leche*. (1991).Tesis presentada en opción al grado de candidato al Doctor en Ciencias. ICA-ISCAH. La Habana, Cuba.

Lezcano, J. C.; Alonso, O. y Martínez, M. (2000). *Acción fungicida de dos extractos vegetales aplicados a semillas de guinea likoni. Resultado preliminar.* Memorias. II Taller Internacional "La Semilla en la ganadería tropical". EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba.

López, O.; Olivera, Y., Lamela, L.; Sánchez, T.; Montejo, I. L. y Ronquillo, R. R. (2014). Efecto de la suplementación con concentrado en la fermentación in vitro de dietas para vacas lecheras en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes* 37(4): 426-434.

López, O.; Lamela, L.; Montejo I. L. y Sánchez, T. (2015). Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes* 38(1): 46-54.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

López, O.; Ruíz, T.E.; Sánchez, T. y Castillo, E.; Iglesias, J. M.; Lamela, L.; Soca, Mildrey; Alonso, O.; Sánchez, Saray, González, E.; Ojeda, O.; Martín, G. J.; Arece, J.; Milera, M.; Febles, G.; Galindo, Juana, Alonso, J.; Jordán, H.; Valenciaga, Nurys, Lok, Sandra, Cino, Delia M.; Mejías, R.; Torres, Verena, Crespo, G. J.; La O, O.; Herrera R. S. y Díaz, María F. (2015). Potencialidades del silvopastoreo para la producción animal en Cuba. En: La ganadería en América Latina y el Caribe: alternativas para la producción competitiva, sustentable e incluyente de alimentos de origen animal. (Editores: Núñez, R.; Ramírez, R.; Fernández, S.; Araujo, O. García, M. y Díaz, T. E.). Biblioteca Básica de Agricultura. Colegio de Postgraduados-Fundación COLPOS-Universidad de Chapingo-ALPA-FAO-IICA. ISBN: 978-607-715-305-4. Pp. 293-306.

Machado, H.; Roche, R. & Seguí, E. (1987). Obtención de híbridos en *Panicum maximum*. *Pastos y Forrajes* 10(2): 128-135.

Machado, H.; Roche, R.; Tamayo, A. & Seguí, E. (1988). Selección de plantas sexuales y posibilidad de la mejora por cruzamiento de *Panicum maximum* en Cuba. *Pastos y Forrajes* 11(3): 31-36.

Machado, R. (2012). Cambios en la estructura, la población y la composición de 19 accesiones de *Panicum maximum* sometidas a pastoreo. *Pastos y Forrajes* 35(2): 165-174.

Machado, R. (2013). Comportamiento de 19 accesiones de *Panicum maximum* Jacq. bajo condiciones de pastoreo en un suelo de mediana fertilidad. *Pastos y Forrajes* 36(2): 202-208.

Machado, R. & Seguí, E. (1997). Introducción, mejoramiento y selección de variedades comerciales de pastos y forrajes. *Pastos y Forrajes* 20 (1): 1-19.

Machado, R.; Seguí, E.; Olivera, Y.; Toral, O. & Wencomo, H. (2006). Fundamentación teórica y resultados del programa de introducción. En: Recursos Forrajeros Herbáceos y Arbóreos. (Ed. Milera, M.). Pp. 9-35.

Machín, B. (2016). Movimiento agroecológico de campesino a campesino. En: *Avances de la Agroecología en Cuba. (Eds. Funes, F. y Luis Vázquez, L.)*. Estación Experimental Indio Hatuey. p. 423-444.

Milera, M.C. (2016). Pastoreo racional de vacas lecheras en gramíneas mejoradas, con bajas o nulas aplicaciones de fertilizantes. En: *Manejo de vacas lecheras en pastoreo. Del monocultivo a la biodiversidad de especies*. (Eds. Alicia Ojeda, A.; Hernández, M. y Alonso, O.). Pp. 144-160.

Milera, M. C.; Machado, R.; Simón, L.; García-Trujillo, R.; Mesa, A. R.; González Yolanda, Pérez A.; Remy, V. A.; Ojeda, F.; Esperance, M.; Lamela, L.; Hernández D.; Cáceres, O.; Hernández, M.; Paretas, J. J.; López, Mirta, Machado, Hilda, C.; Seguí, Esperanza, Martín, G. J.; Iglesias, J. M.; Valdés, L. R.; Gerardo, J. G.; Hernández, R.; Arece, J.; Reyes, F.; Hernández, I.; Hernández, C.; Blanco F.; Alonso, O.; Lezcano, J. C.; Sánchez, Saray, Olivera, Yuseika, Toral, Odalys, C.; Hernández L. A.; Blanco, D.; Soca, Mildrey, González, E.; Wencomo, Hilda B .; Montejo, I. L.; Pentón, Gertrudys, Fiallo. R. C.; Prieto, Marlene, Corbea, L. A.; Matías, C.; Menéndez, J.; Martínez H. L.; Hernández, Neice, Pereira, E.; Francisco, Ana G.; Roche, R.; Martínez, J.; Delgado, A. y Miret, R. (2017). Especies comerciales. Resultados y tecnologías para la producción de semillas. En: *Tecnologías, metodologías y resultados generados por la EEIH.* (Eds. Milera, M. y Sánchez, T.). Pp. 5-30.

Milera, M.C.; López, O. & Alonso, O. (2014). Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. *Pastos y Forrajes* 37(4): 382-391.

Miret, R. y Rodríguez, M. (1983). Incidencia de plagas y enfermedades en cvs. de Panicum maximum con 3 niveles de N. Pastos y Forrajes 6(3): 331-338.

Murgueitio, E.; Barahona R.; Flores, X.M.; Charrá-Orozco, J.D. & Rivera, J.E. (2016). Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y Producir más Leche y Carne con Sistemas Silvopastoriles Intensivos? *Ceiba* 54(1): 23-30.

Ojeda, F.; Dias, D. & Jácome, I. (1992). Efecto de la edad y la fertilización sobre la calidad fermentativa de los ensilajes tropicales. I. Hierba de guinea cv. Likoni. *Pastos y Forrajes* 15(2): 164-174.

Ojeda, F., Montejo, I. L. & López, O. (2006). Estudio de la calidad fermentativa de la morera y la hierba de guinea ensiladas en diferentes proporciones. *Pastos y Forrajes* 29(2): 195-202.

Penton, G. (2000). Tolerancia del Panicum maximum cv. Likoni a la sombra en condiciones controladas. *Pastos y Forrajes* 23(1): 79-84.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Pérez, A.; Matías, C.; González, Ylanda y Alonso, O. (2006). *Producción de semillas de gramíneas y legumiosas tropicales.* En Recursos Forrajeros Herbáceos y Arbóreos de Cuba. Ed: Milera, M.C. Estación Experimenta Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Pp.135-171.

Sánchez, S.; Milera, M.C.; Hernández, M; Crespo, G. & Simón, L. (2011). *La macrofauna y su importancia en los sistemas de producción ganaderos*. En: Voisin, A. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba. (Ed. Milera, M.). Pp. 316-348.

Sánchez, S., Crespo, G. & Hernández, M. (2010). Descomposición de la hojarasca en un sistema silvopastoril de *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Cunningham: III. Influencia de la densidad y diversidad de la macrofauna asociada. *Pastos y Forrajes* 33(1): 39-49.

Seguí, E.; Blanco, F. y Machado, H. (1994). Nuevos cultivares de Panicum máximum adaptados a condiciones de bajos insumos. *Pastos y Forrajes* 17(1): 21-26.

Simón, L. & Herrera, R. (1987). Evaluación de tres gramíneas de pastoreo en la crianza de terneros. Pastos y Forrajes 10(2): 183-188.

Vázquez, L.L. (2006). *Insectos fitófagos, sus plantas hospedantes y enemigos naturales en los sistemas agrícolas de Cuba.* Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. Ciudad de La Habana, Cuba. 407 Pp.

Vázquez, L.L.; Matienzo, Y.; Veitía, M. y Alfonso, J. (2008). *Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitofagos en los sistemas agrícolas de Cuba.* CIDISAV. Ciudad de La Habana, Cuba. 202 Pp.

Vergara, J.J.S. (2016). Las praderas, sus asociaciones y características: una revisión. *Acta Agrícola y Pecuaria* 2(1): 1-11.

PDF generado a partir de XML-JATS4R por Redalyc
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Apéndice

Pez vela
Autora: Marisol Herrera Sosa
Técnica: Acuarelas. 12.5 cm x 17.7 cm
Medidas: 12.5 cm x 17.7 cm

Apéndice

[1] Semilla pura germinable.
[2] Semilla total.
[3] Semilla pura.