HAL
open science

Morus alba, L. una planta multiproposito para la produccion animal en Cuba

- Giraldo Jesús Martín-Martín, Yolai Noda-Leyva, Gertrudis Pentón-Fernández, Niurca González-Ybarra, Madeleidy Martínez- Peréz, Maykelis Diaz-Solares, Lourdes Lucila Savón-Váldes, Yuvan Contino-Esquijerosa, Eliel González García, Andrés Alpízar-Naranjo, et al.

To cite this version:

- Giraldo Jesús Martín-Martín, Yolai Noda-Leyva, Gertrudis Pentón-Fernández, Niurca González-Ybarra, Madeleidy Martínez- Peréz, et al.. Morus alba, L. una planta multiproposito para la produccion animal en Cuba. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 2017, 7 (1), 12 p. hal-02626227

HAL Id: hal-02626227

https://hal.inrae.fr/hal-02626227v1

Submitted on 26 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba Vol. 7 No. 1

MORUS ALBA, L. UNA PLANTA MULTIPROPÓSITO PARA LA PRODUCCIÓN ANIMAL EN CUBA

INSTITUCIONES EJECUTORAS DEL RESULTADO: Estación Experimental de Pastos y Forrajes *"Indio Hatuey"* Instituto de Ciencia Animal

AUTORES PRINCIPALES: Giraldo Jesús Martín-Martín[1], Yolai Noda-Leyva[1], Gertrudis Pentón-Fernández[1], Niurca González-Ybarra[2], Madeleidy Martínez-Peréz[2]; Maykelis Diaz-Solares[1] y Lourdes Lucila Savón-Váldes[2].

OTROS AUTORES: Yuvan Contino-Esquijerosa[1], Eliel González-García[3], Andrés Alpizar-Naranjo[4], Anayansi Albert[5], Mildrey Soca-Pérez[1], Jorge Sánchez-Rendon[6], Milagros Milera-Rodríguez[1], Tania Sánchez-Santana[1], Ramón Rivera-Espinosa[7] y Felix Ojeda-García[1].

COLABORADORES: Onel López-Vigoa[1], Javier Arece-García[1], Luis Lamela-López[1], Rafael Herrera-González[1], Julio Brunet-Zulueta[1], Iván Lenin Montejo-Sierra[1], Elsa Sánhez-Quiroz del Sol[1], Carlos Arturo Gómez-García[1], Jorge Reyno-Molina[1], Yuseika Olivera-Castro[1], Saray Sánchez-Cárdenas[1], Marlenis Prieto-Abreu[1], Francisco Alonso[1], Yudit Lugo-Morales[1], Yoel López-Leyva[1], Dariel Morales- Querol[1], Yurisel Arias-Mojena[1], Katerine Oropesa-Casanova[1], Francisco Reyes- Ocampo[1], Juana Galindo-Blanco[2], Jorge E. Vasallo[2], Luis E. Dihigo[2], Manuel Valdivié[2], Julio Ly[2], Magdalena Santos[2], Ysnagmy Vázquez[2], George Vasallo[2], Odilia Gutierrez[2], Yasmila Hernández[2], Idania Scull[2], Juan Cairo Sotolongo[2], Ana Irma Aldana[2], Onidia Moreira[2], Lucía Sarduy[2], Daymara Bustamante[2], Félix Sierra[2] y Mayelín Orta[2], Ismael Berrios Fleites[2], Eduardo Carmelo Sosa Solis[2], Jatnel Alonso Lazo[2] y Raúl Tuero[2], Laura Montejo[6], Maite Permuy[6], Inés Reynaldo Tortolo[7], Aracelis Men[7], Adriano Cabrera Rodríguez[7], Gloria Martín Alonso[7] , Pedro José González Cañizares[7], Francisco Soto Carreño[7], Alberto Hernández Jiménez[7], José Herrera Altuve[7], Maria Gabriela-Medina[8], Danny Eugenio García-Marrero[8], Yunel Peréz Hernández[9]; Aymara Valdivia Ávila[9]; Yanet Cazaña Martínez[9]; Reynaldo Villalonga Santana[9]; Jacqueline Aparecida Takahashi[10], Bernabé López Valoy[11], Jorge Benavides Grüter[12]; Leopoldo Fernández Fernández[13]; Manuel Sánchez Hermosillo[14]; Ismael Hernández

Venereo[15].

OTRAS ENTIDADES PARTICIPANTES:

[1]Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
[2]Instituto de Ciencia Animal (ICA)
[3]Instituto Nacional de Investigación Agronómica, Francia (INRA)
[4]Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Costa Rica
[5]Universidad de Santi Spíritus
[6]Instituto de Ecología y Sistemática (IES)
[7]Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
[8]Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA)
[9]Universidad de Matanzas
[10]Laboratorio de Biotecnología y Bioensayos. Universidad Federal de Minas Gerais. Brasil.
[11] Universidad de Granma
[12] Consultor internacional de agricultura orgánica.
[13] Productor de Costa Rica. Líder mundial en el uso de la morera para la producción de leche
[14] Representante del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura en Guatemala
[15] Representante de Organix S.A para Centroamérica

AUTOR PARA CORRESPONDENCIA:
Giraldo Jesús Martín Martín
Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"
Central España Republicana. CP-44280. Matanzas. Cuba
Teléfono: 045-571225 Fáx: 045-571235
E-mail: giraldo.martín@ihatuey.cu

RESUMEN

La morera (*Morus alba*) pertenece al orden Urticales, familia Moraceae; en el mundo existen cerca de 950 especies. En Cuba se han introducido 22 variedades, de diferentes regiones del mundo, de las cuales se conservan 19 en el banco de germoplasma de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Los resultados que se exponen provienen del trabajo de varias instituciones científicas nacionales e internacionales y abarcan aspectos relacionados con la evaluación del germoplasma, el manejo y el rendimiento agronómico, la evaluación del

potencial nutritivo del follaje fresco y conservado (composición fitoquímica, caracterización del potencial fermentativo del ensilaje, caracterización nutritiva de la harina y la actividad biológica de los extractos de morera), así como el efecto en la fisiología digestiva y el comportamiento biológico y productivo del ganado alimentado con morera. En la mayoría de los casos constituyeron los primeros resultados que se informaron en América Latina y el Caribe sobre este tema, con los primeros reportes de las características morfo-fisiológicas de las semillas cosechadas, el manejo agronómico al intercalar leguminosas temporales (*Canavalia ensiformis* previamente inoculada con hongos micorrízicos) para reducir las dosis de fertilizantes minerales, los elementos tecnológicos para la producción de ensilaje y harina de morera, las propiedades medicinales de los extractos, entre las que se pueden citar: la actividad enzimática, antimicrobiana, antitirosinasa, antioxidante, antinflamatoria, la presencia de ácidos grasos y la prevención de úlceras gástricas. También se ofrecen elementos importantes en la fisiología y el comportamiento productivo de especies monogástricas (aves, conejos, cuyes y cerdos) y rumiantes (ovino-caprino, búfalos, bovinos jóvenes y en desarrollo y vacas lecheras) cuando se oferta la morera en la dieta. Se ha generado un número importante de publicaciones en revistas del grupo 1 (21), grupo 2 (33) y grupo 3 (7), así como otras no periódicas (14) y electrónicas (14), varios resúmenes en congresos nacionales e internacionales (85), se han otorgado 12 premios y distinciones a los resultados obtenidos con la especie para la utilización en los sistemas agropecuarios. Además, se defendieron exitosamente 5 tesis de doctorado, 7 de maestría y 2 de diploma. Se espera que todo este trabajo sirva para una mejor utilización de esta planta en los sistemas ganaderos de Cuba y el mundo, así como para el avance del conocimiento científico.

COMUNICACIÓN CORTA

La morera *(Morus alba)* pertenece al orden Urticales, familia *Moraceae*; en el mundo existen cerca de 950 especies. En Cuba se han introducido 22 variedades, de diferentes regiones del mundo, de las cuales se conservan 19 en el banco de germoplasma de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH). Los resultados que se presentan en esta obra pretenden hacer un recorrido por las investigaciones que se han desarrollado en torno a la evaluación de las potencialidades de la morera para la producción animal en Cuba, las cuales van desde la evaluación del gemoplasma, el manejo y el rendimiento agronómico de la especie, la caracterización nutritiva, la evaluación de la fisiología digestiva y el comportamiento biológico y productivo del ganado.

Estos estudios fueron validados bajo condiciones de investigación y producción, desarrollados por un equipo multidisciplinario de investigadores de diferentes instituciones científicas, siendo en mucho de los casos los primeros que se realizan sobre este tema no solo en Cuba sino también en América Latina y el Caribe, los cuales han tributado a un número importante de publicaciones en revistas del

grupo 1 (21), grupo 2 (33) y grupo 3 (7), así como otras no periódicas (14) y electrónicas (14), varios resúmenes en congresos nacionales e internacionales (85), se han otorgado 12 premios y distinciones a los resultados obtenidos con la especie para la utilización en los sistemas agropecuarios. Además, se defendieron exitosamente 5 tesis de doctorado, 7 de maestría y 2 de diploma.

Evaluación de germoplasma de M. alba

Las investigaciones vinculadas a la evaluación del germoplasma permitieron identificar las vías de multiplicación de 16 variedades. Se comprobó que indonesia, criolla, tigreada, acorazonada y cubana, se reproducen eficientemente por vía agámica; así como los híbridos IZ-13/6, IZ-15/7e IZ-56/4 y las selecciones IZ-64 e IZ-40, aunque la respuesta de estos fue menos precoz en términos de supervivencia, número de brotes por estacas, longitud de las ramas y cantidad de hojas desarrolladas por plantas (Pentón *et al.*, 2006; Martín *et al.*, 2007; Pentón *et al.*, 2007; Noda *et al.*, 2011a; Pentón *et al.,* 2012; Martín *et al.,* 2014a).

Constituye un aporte al conocimiento que yu-12, yu-62, universidad, universidad nueva, universidad mejorada y murcia, se reproducen por semilla, aunque presentan dificultades para multiplicarse por estacas. Sin embargo, al ser embebidas en agua por 30 minutos antes de la plantación, se estimula el enraizamiento, lo que permite la brotación y la supervivencia del 100 % de los propágulos desde edades tempranas (Martín *et al.,* 2014b*;* Martín *et al.,* 2015; Martín *et al.,* 2016).

Se reporta por primera vez las características morfológicas y fisiológicas de las semillas de morera, cosechadas en la EEPFIH. Constituye un hallazgo de gran importancia que las variedades que se reproducen por semilla destinan más del 60 % de la materia seca total en la formación de las reservas nutricionales, lo cual garantiza el establecimiento de la plántula (Sánchez *et al.*, 2014). Se determinó que la germinación puede ocurrir en un amplio escenario de condiciones ambientales. Aunque rangos alternos muy elevados, como 25/45ºC, podrían ser efectivos para germinar, pero no para lograr emergencia de la plántula (Sánchez *et al.,* 2015).

Manejo y rendimiento agronómico

Los estudios realizados para establecer el manejo agronómico de la morera, posibilitaron disponer de la combinación óptima de los factores que garanticen los rendimientos y rangos de composición bromatológica adecuados. Dichos resultados permiten proponer variedades e híbridos de *M. alba,* naturalizados en Cuba, así como los aspectos tecnológicos, para que la especie sea utilizada en sistemas de corte y acarreo para la producción animal (Noda, 2006; Pentón, 2007; González y Martín, 2015; 2016).

Los mayores rendimientos se alcanzaron al podar a 50 cm sobre la base del suelo (Noda 2006, Noda *et al.,* 2007a, b, c; Noda *et al.*, 2011b), con frecuencia cada 60 días en lluvia y 90 días en seca (Martín, 2011; Pentón, 2016a). Ello permite obtener hasta 13,44 t/ha de biomasa seca comestible, con densidades de 38 450 plantas/ha y con la combinación optima de fertilizantes minerales y bioproductos como el Ecomic, Biocep-6 y el Pectimorf, estudios que se realizaron por primera vez en Cuba y con los cuales se obtuvieron rendimientos mayores a los anteriores con aceptables niveles de proteína, fibra bruta y minerales que permiten cubrir las exigencias nutricionales de varias especies de animales utilizadas en la ganadería (Noda y Martín, 2008; 2014; Pentón *et al.*, 2011; Noda *et al.,* 2013).

Constituyen aportes al conocimiento los resultados obtenidos al intercalar *Canavalia ensiformis* inoculada previamente con hongos micorrizicos arbusculares (HMA) y fertilizada con dosis de 100-50-50 kg/ha de NPK, en plantaciones de morera bajo condiciones de secano, con intervalos de corte de 90 días, ya que los rendimientos de biomasa comestible fueron estables y superaron los valores esperados (16 t/ha). Además, este manejo resultó ser una vía efectiva para incrementar el funcionamiento bioecológico de la plantación de morera y reducir las cantidades de fertilizantes minerales (Pentón *et al.,* 2013; 2014a; 2014b; 2016b; Pentón, 2016).

Otro aspecto importante fueron las investigaciones realizadas para el establecimiento de la morera en sistemas de pastoreo. Se determinó que la planta puede ser usada con este fin siempre que las distancias entre surcos sean superiores a tres metros (Medina *et al.,* 2006; 2011). Un resultado interesante es que se pueden asociar gramíneas, leguminosas herbáceas y arbóreas, entre los surcos de morera. Esta última alternativa, constituye una vía para lograr una mayor densidad y diversidad de invertebrados en el sistema, especialmente cuando se deposita el follaje de las arbóreas sobre el suelo (Sánchez y Reyes, 2011).

Evaluación del potencial nutritivo del follaje fresco y conservado de M. alba
Composición fitoquímica

Las investigaciones realizadas permitieron determinar que las variedades de la especie *M. alba* que fueron evaluadas contienen, tanto en las hojas como en los tallos tiernos, carbohidratos solubles (CHS), polifenoles totales (FT), flavonoides (Flav), cumarinas (Cum) y saponinas esteroidales (SE) (García *et al.*, 2005a; García *et al.*, 2011a). La mayor cantidad de CHS está presente en las variedades indonesia, acorazonada, cubana y tigreada, fertilizadas a razón de 300 kg de N/ha/año, los cuales se detectaron en forma de compuestos de considerable peso molecular (polisacáridos) solubles en etanol (>70 %), en un rango de 11,78 a 19,85 % MS para las hojas y para los tallos tiernos las concentraciones variaron entre 3,86 y 10,92 % (García *et al.*, 2005b).

Los FT alcanzaron valores en las hojas de 2,18-3,20 % MS en el período poco lluvioso (PPLL) y entre 1,26-3,26 % MS en el período lluvioso (PLL). En los tallos tiernos las concentraciones variaron entre 0,77-2,50 % MS en el PPLL y 0,69-1,43 % MS en el PLL (García y Ojeda, 2011a). Para los Flav los valores fueron de 1,50 a 1,76 % MS y 0,75 y 1,72 % MS, para las hojas y los tallos tiernos, respectivamente (García y Ojeda, 2011b). Las Cum se encontraron en las hojas en un rango de 0,40-0,79 % MS y en los tallos tiernos las concentraciones estuvieron entre 0,42 y 0,81 % MS (García y Ojeda, 2011c). En el contenido de SE, se detectó mayor presencia en las hojas de la variedad acorazonada (11, 57a mg/gMS), mientras que la indonesia, cubana y tigreada mostraron niveles más bajos (11,00ab; 10,65b y 9,30c mg/gMS, respectivamente) (García *et al.*, 2011b)

Caracterización del potencial fermentativo del ensilaje de morera

Estas investigaciones constituyen los primeros trabajos realizados sobre la conservación de la especie, en la literatura nacional e internacional. Aporta los elementos tecnológicos para la producción de ensilaje y harina de morera, fundamentalmente para la época de escasez de precipitaciones, donde resulta necesario la búsqueda de alternativas que garanticen el balance alimentario del ganado (Alpizar, 2014).

A partir de las mismas se pudo determinar que durante el proceso de ensilaje no solo se le debe prestar atención al contenido inicial de proteína bruta, sino también a las formas en que se transforma este nitrógeno; para ello el presecado se perfila como la tecnología de fabricación más ajustada para minimizar las acciones degradativas que ocurren en los compuestos nitrogenados durante el proceso de conservación (Ojeda y Montejo, 2011). Sin embargo, al utilizar hierba de guinea (*Megathyrsus maximus* cv. Likoni) combinada con morera, en una proporción 30:70 es posible mejorar todos los indicadores fermentativos (Ojeda *et al.*, 2006). Por otra parte, con la inclusión de *M. alba* al 50 % en ensilaje de sorgo, fue posible incrementar su valor nutricional, ya que mejoró los contenidos de proteína y disminuyó los componentes fibrosos (Alpizar *et al.*, 2014b).

Caracterización nutritiva de la harina de morera

Las investigaciones relacionadas con la calidad de la harina de morera mostraron que presenta altos contenidos en algunos constituyentes como materia orgánica, minerales (calcio y fósforo) y componentes fibrosos (Montejo, 2016); así como valores apreciables en cuanto a proteína bruta (15-17 %). Los resultados del tamizaje fitoquímico indican la presencia de más de un factor antinutricional (FAN). La harina de forraje de morera presentó una gran presencia de saponinas y triterpenos (Savón *et al.*, 2005; Vasallo *et al.,*2015), mientras que los contenidos de

alcaloides y sustancias reductoras no fueron significativos y la antocianidina y flavonoides estuvieron ausentes.

Asimismo, se constató que la fracción carbohidratos (azúcares y oligosacáridos) se caracteriza por bajas concentraciones de azúcares mg/g: 0,455; 0,418 y 0,214 (glucosa, fructosa y sacarosa) respectivamente y la presencia de oligosacárido (mg/g) 0,139. Estos componentes presentan acción prebiótica en el intestino grueso de las especies monogástricas. Ello pudiera contribuir a la respuesta inmune, efecto en la biodisponibilidad de los minerales, metabolismo lipídico y efecto agregado, en general, que se observa con el suministro de esta fuente a los no rumiantes (Savón *et al.*, 2005).

Actividad biológica de los extractos de morera

El género *Morus* constituye una fuente importante de sustancias bioactivas y de diferentes actividades biológicas. Dentro de las *in vitro* se encuentran la cuantificación enzimática de peroxidasas y catalasas (hoja, corteza y raíz) (Díaz *et al.,* 2010a), la actividad antimicrobiana (hoja, raíz y fruto) (Diaz *et al.,* 2016a; Díaz *et al.,* 2014a), antihelmíntica (Soca *et al.,* 2011), anti *Helicobacter pylori* (raíz) (Díaz *et al.,* 2016b), antitirosinasa (raíz) (Díaz *et al.,* 2014b), antiacetilcolinesterasa (raíz) (Takahashi *et al.,* 2015), antioxidante (raíz, hoja, fruto) (Sande *et al.,* 2016; Díaz *et al.,* 2015a;b y Lugo *et al.,* 2014) y la determinación de la composición de ácidos grasos tales como los Omega 3, 6 y 9 (raíz)(Díaz *et al.,* 2013). Para las actividades *in vivo* se ha utilizado como modelo animal las ratas Winstar machos y se tienen resultados en cuanto a la toxicidad (hojas) (Díaz *et al.,*
2015b), prevención de úlceras gástricas provocadas por etanol (hojas) (Díaz *et al.,* 2007), y las actividades antiinflamatoriass (Díaz *et al.,* 2011) y cicatrizantes (hoja, corteza, raíz) (Díaz *et al.*, 2010b).

Efecto en la fisiología digestiva y el comportamiento biológico y productivo del ganado alimentado con morera

Los estudios relacionados con la evaluación del forraje de morera para la alimentación animal abarcan diferentes especies de monogástricos y rumiantes. Los resultados, de manera integral, permitieron apreciar las potencialidades que tiene esta especie para la producción animal, los cuales constituyen un significativo aporte al conocimiento por ser los primeros trabajos publicados en América Latina y el Caribe sobre la temática.

Investigaciones realizadas con monogástricos

Las investigaciones desarrolladas para evaluar la inclusión de la harina de forraje de morera en la dieta de pollos, demostraron que es posible incluir hasta 3 %, sin afectar la retención aparente de nutrientes, el comportamiento productivo, el

rendimiento y la calidad de la canal en pollos cuello desnudo heterocigotos. Un resultado importante se halló en la conversión alimentaria que resultó ser más eficiente ($p<0,001$) (2,94) en las aves que consumieron la dieta con morera con respecto a las que recibieron concentrado (Santos *et al*., 2014a, b). Otros estudios demostraron que la inclusión de hasta 15 % de la harina en la ración de pollos de ceba, aumentó la capacidad fermentativa de los ciegos, y disminuyó la absorción del colesterol (Martínez *et al*., 2010).

En los ensayos realizados para evaluar la harina de morera en conejos se detectó una mayor digestibilidad de los nutrientes al ser comparado con la alfalfa y mostró un incremento en la producción de ácidos grasos de cadena corta, principalmente, acético y butírico con menor proporción propiónico/butírico (Vasallo *et al*., 2015). Las investigaciones *in vitro* con morera en esta especie son un hallazgo importante. Se pudo constatar que este método permite determinar de forma aceptable la digestibilidad de la fibra neutral detergente *in vivo,* en alimentos fibrosos para conejos, mediante la ecuación $R^2=0,71$, lo cual indica la precisión de todos los resultados alcanzados (Dihigo *et al.*, 2008).

A la par se desarrollaron otras investigaciones que demostraron que la voluminosidad de la morera unido a la baja solubilidad de su fibra, ofrece buenas perspectivas en la regulación del tránsito gastrointestinal y en la morfofisiología de los órganos del TGI en los conejos (Vázquez *et al.*, 2015).

Por otra parte, al evaluar el efecto en la producción y la reproducción de conejas mestizas, se alcanzaron buenos resultados en cuanto a los indicadores: cantidad de gazapos vivos por parto, peso al nacimiento, gazapos destetados y el peso al destete. La supervivencia fue de 84,4 % durante la etapa de lactación (López *et al*., 2011; 2012).

Otros resultados interesantes son la utilización de esta planta para la alimentación de cuyes *(Cavia porcellus* L.), En este sentido se demostró que la harina de *Morus alba* presenta apreciables valores de PB (17 %), alta solubilidad y bajos contenidos de lignina (7,6 %), así como valores de digestibilidad de la proteína bruta y de la materia seca superiores al 70%, tanto *in vitro* como *in vivo*, que le permiten ser incluida en la alimentación de esta especie con buenos resultados productivos en cuanto al crecimiento y la ganancia de peso (Albert, 2006).

En las investigaciones relacionadas con el consumo del follaje de morera como sustituto parcial del concentrado comercial en reproductoras con diferentes estados reproductivos se apreció un incremento de los indicadores reproductivos y una disminución de las diarreas en las crías (Contino *et al*., 2006); se elevaron los indicadores productivos (Contino, 2007; Contino *et al*., 2008a; Herrera, 2012; Herrera *et al.,* 2013), se incrementó la hemoglobina y el hematocrito, se expresaron cambios favorables en el tamaño y peso de los órganos gastrointestinales y

hemolinfopoyéticos, así como en la estructura histológica de los órganos absortivos y fermentativos del TGI sin alteraciones de la salud porcina (Contino *et al*., 2008b).

Los estudios relacionados con el consumo de harina de morera en la ceba porcina reportan niveles de inclusión entre el 20 y 25 % del alimento ofertado (Ly y Pok, 2014). Por otra parte, la utilización del concentrado criollo combinado con *Sorghum bicolor* y morera, indicaron que las ganancias promedio acumuladas (524 g/animal/día) de los grupos mostraron diferencias significativas y la conversión alimenticia global fue de 5,18 kg MS/kg de PV. El nivel de precisión alcanzado en estas investigaciones permite la utilización de los recursos forrajeros de manera integrada y eficiente. La inclusión de la harina de sorgo como recurso energético y su combinación con forraje de morera constituye una alternativa viable para la porcinocultura cubana (Herrera *et al.,* 2013).

Investigaciones realizadas con rumiantes

Es conocido que la mayoría de los resultados en el mundo sobre inclusión de morera en sistemas de alimentación animal se han desarrollado en ovino-caprino. Sin embargo, los trabajos dirigidos por las instituciones cubanas estuvieron orientados a dilucidar aspectos esenciales de las tecnologías en sistemas integrales no antes abordados. Se demostró que al suplementar cabritas con forraje de *M. alba* al 1,5 % del peso vivo, se logró la mayor ingestión de materia seca (544,73 g), proteína bruta (54,47 g) y energía metabolizable (1,17 Mcal/animal/día). Además, los niveles ascendentes de forraje de morera en la ración (hasta 1,5 %) produjeron un incremento en el consumo de la gramínea acompañante (*M. maximus*). En términos de conversión y ganancia de peso se obtuvo la mejor eficiencia con la inclusión de la arbórea al 2,5 %; aunque, se consideró que con 1,5 % se optimizó el papel de la gramínea en la dieta y la absorción de los nutrientes (González *et al.,* 2011; González y Martín, 2015; 2016).

Asimismo, se evalúo, por primera vez en Cuba, el efecto de la suplementación con morera como sustituto (1; 0,75 y 0,50 % del PV en base seca) del concentrado comercial en la respuesta productiva de ovinos Pelibuey en ceba estabulada. La inclusión del 0,75 % del PV/BS fue la alternativa que presentó la mejor repuesta productiva, en cuanto a ganancia de peso (93 g/animal/día) y conversión alimenticia. Con el empleo de la morera no se modificaron los indicadores sanitarios y se obtuvo un ahorro en divisas de 8,76 USD por cordero (Alpizar *et al.*, 2015).

Al utilizar morera en sistemas de producción bovina, se realizaron investigaciones con diferentes categorías de animales Se demostró que el forraje de morera presenta valores significativos de proteína bruta (20,56 %) y bajos porcentajes de fibra bruta (14,75 %) en la fracción comestible hoja más tallos tiernos, que permiten su

inclusión en dietas para terneros en pastoreo. En los indicadores productivos, las ganancias de peso vivo mostraron valores superiores a los 600 g/animal/día, mientras que los indicadores hematológicos no expresaron modificaciones sanguíneas, encontrándose entre los valores normales reportados para la especie (Milera *et al.*, 2010; Soca *et al.,* 2010). Un aporte al conocimiento es la determinación *in vitro* e *in vivo,* de las propiedades antiparasitarias de esta planta, por la presencia de metabolitos secundarios con acción terapéutica en los animales. Ello favorece el mejor aprovechamiento del nitrógeno ingerido en la dieta y al estar asociado directamente a las proteínas, contribuye al desarrollo de las respuestas inmunológicas que los animales desarrollan ante las parasitosis (Soca *et al.,* 2010).

En estudios sobre la utilización de esta planta en la alimentación de vacas lecheras mestizas, los resultados demostraron la alta calidad de la morera como suplemento (troceada o como planta entera) con producciones de leche entre 10,8 y 12 litros/animal/día (Milera *et al*., 2007), cuando se utiliza el forraje de morera en adición al pasto de especies mejoradas sin la suplementación de concentrados. Mientras que la producción de leche fue de 10,0 y 9,9 kg/vaca/día para la tercera y la cuarta lactancia, cuando las vacas pastorearon en una asociación de *Pennisetum purpureum* CT-115 con los árboles forrajeros dentro de los que se encontraba *M. alba*, en condiciones de riego (Lamela *et al*., 2010).

Aunque no se han realizado estudios *in vivo* de suplementación de búfalos con morera, se informa por primera vez que esta planta, produce un efecto inhibidor en la metanogénesis ruminal de los búfalos de río (*Bubalus bubalis*). Los niveles de inclusión de 15, 20, 25 y 30% de *M. alba* vc. cubana no afectaron las concentraciones de los productos finales de la fermentación de ácidos grasos de cadena corta totales e individuales (AGCC) y amoníaco (NH_3) y redujeron la producción de metano en el rumen (González *et al.*, 2012; 2014).

Se demostró que cuando las variedades acorazonada, cubana, tigreada e indonesia, se incluyeron en el 30 % de la ración, no tuvieron efectos negativos en las poblaciones de microorganismos que degradan la fibra, y tampoco afectaron el pH ni la concentración de amoníaco ruminal en los búfalos (González *et al.,* 2010; 2011).

Novedades científicas que se derivan del trabajo

- Se informa por primera vez, las características morfológicas y fisiológicas de la semilla de morera de las variedades yu-62, tigreada, universidad, universidad mejorada y cubana, cosechadas en la EEPEF “Indio Hatuey”. Los estudios permitieron identificar el rango de temperatura y luminosidad para que germine la semilla de morera.
- Se identifican las vías de multiplicación de 16 variedades. Se demostró

que las variedades yu-12, yu-62, universidad, universidad nueva, universidad mejorada y murcia, como presentan dificultades para su reproducción por vía agámica, cuando son embebidas en agua 30 minutos antes de la plantación, mejoran la brotación, el enraizamiento y el desarrollo foliar.

- Se logra la combinación óptima de los factores de manejo agronómico que garantizan rendimientos y rangos de composición bromatológica adecuados, para que la planta sea utilizada en sistemas de corte y acarreo en la alimentación de monogástricos y rumiantes.
- Se demuestra que mediante el uso de bioproductos es factible sustituir los fertilizantes químicos.
- Por primera vez en Cuba se informó la composición fitoquímica de *M. alba* (Linn.) con una caracterización cualitativa y cuantitativa de 15 metabolitos de los cuales se encuentran: los fenoles y esteroides totales, los flavonoides, las cumarinas, los carbohidratos solubles, los alcaloides y las saponinas.
- Se reporta por primera vez diferentes actividades biológicas importantes para la salud humana y animal tales como: antihelmíntica, antioxidante, antimicrobiana, antiinflamatoria y la presencia de ácidos grasos esenciales imprescindibles en la nutrición del hombre (Omega 3, 6 y 9)
- Se caracterizó la composición química de la harina y el ensilaje de *M. alba* (Linn.) y se determinó su efecto en indicadores fisiológicos, bioquímicos y productivos de cerdos, conejos, aves y ovinos.
- El empleo de la harina de morera propicia sustituir 25 % del concentrado comercial en cerdos sin afectar los indicadores fisiológicos, productivos y de salud.
- El empleo de follaje de morera puede sustituir hasta 75 % de la suplementación con concentrado en ovinos Pelibuey.
- Se obtienen resultados que constituyen aportes de importancia en la fisiología ruminal de ovinos y búfalos que consumen *M. alba* (Linn.).

Aporte científico e importancia del trabajo

- Las investigaciones de evaluación varietal, permitieron determinar la adaptación de esta especie a las condiciones edafoclimáticas de Cuba e identificar el método adecuado de reproducción de cada una. Además, se clasificaron las etapas de desarrollo del cultivo hasta la fase de explotación.
- Se presenta la metodología óptima para el manejo agronómico de la especie para lograr la utilización más eficiente de su biomasa comestible.
- Se implementa la utilización de un producto renovable como alimento alternativo con propiedades bromatológicas que permite la sustitución parcial de los concentrados comerciales, en la dieta de los monogástricos y los rumiantes.
- *M. alba* contiene compuestos con reconocidas actividades biológicas que

permiten avizorar su utilización como alternativa saludable para enriquecer la dieta animal y humana, en forma de suplemento nutricional o como nutracéutico.

- La introducción de *M. alba* (Linn.) como fuente alternativa de alimentación en empresas, cooperativas y fincas agropecuarias, constituye un impacto social por los beneficios económicos que se obtienen.