

Potencialidades del silvopastoreo para la producción animal en Cuba

Onel López¹, T. E. Ruíz², Tania Sánchez¹ y E. Castillo²

¹Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH). Matanzas, CUBA.

²Instituto de Ciencia Animal (ICA). Mayabeque, CUBA.

Las asociaciones de árboles con pastos mejorados constituyen los principales exponentes de los sistemas agroforestales en Cuba, y representan una alternativa promisoriosa para la producción animal en el trópico, pues contribuyen a mejorar la calidad biológica del suelo, incrementar el valor nutritivo del pasto, aumentar la producción de leche y carne, así como favorecer la sanidad agropecuaria y la protección del ambiente.

La Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH) y el Instituto de Ciencia Animal (ICA) contemplaron en sus objetivos de trabajo el estudio y desarrollo de tecnologías de utilización de leguminosas arbustivas para la producción de leche y carne.

Los estudios con arbustivas comenzaron en 1979. Entre 1979 y 1989, las investigaciones estuvieron dirigidas a la explotación en cultivos puros y manejados en bancos de proteína para la alimentación animal. En este periodo se definieron conceptos para su mejor establecimiento y utilización en la alimentación animal, que se extendieron a otras especies de leguminosas perennes.

1 Otros autores: ¹ Jesús M. Iglesias, Luis Lamela, Mildrey Soca, Osmel Alonso, Saray Sánchez, Eliel González, Félix Ojeda, Giraldo J. Martín, Javier Arece y Milagros de la C. Milera.

2 G. Febles, Juana Galindo, J. Alonso, H. Jordán, Nurys Valenciaga, Sandra Lok, Delia M. Cino, R. Mejías, Verena Torres, G. J. Crespo, O. La O, R. S. Herrera y María F. Díaz.

Entre 1985 y 2004, los estudios se caracterizaron por la conformación de tecnologías integrales y, por tanto, factibles de introducir en áreas ganaderas de Cuba y de otros países como México. Mientras, en el periodo entre 2005 y 2015, los estudios se dirigieron, fundamentalmente a la evaluación del impacto ambiental que posee el uso de las tecnologías silvopastoriles.

Los estudios con leguminosas arbustivas permitieron desarrollar tecnologías integrales para la especie *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. Estas investigaciones incluyeron la agrotecnia para su establecimiento satisfactorio, fisiología digestiva, manejo para prolongar la vida productiva y potenciación de la producción de biomasa, alimentación, suplementación y producción animal en diferentes categorías de bovinos.

Con la evaluación de ecotipos y variedades, y producción de semillas se determinaron nuevos ecotipos y variedades para ampliar el uso de leucaena en la producción animal, se generó la metodología de evaluación de árboles y método de conservación de semillas al ambiente mediante el uso de la zeolita. Los estudios evaluaron cien ecotipos y variedades de *L. leucocephala*, lo que posibilitó su agrupación de acuerdo con sus propósitos productivos como forraje, pastoreo y producción de madera. El análisis de los constituyentes químicos indicó niveles de PB en el rango de 24.7 a 18.7 %, así como diferentes tenores de mimosina y DHP. La degradabilidad *in situ* de la MS y la FND tuvo valores de 65-80 % y 52-70 %, respectivamente. Los taninos condensados totales fueron inferiores a 2.5 % de la MS.

Por otro lado, el potencial de producción de semillas puede ser de hasta 1 868 kg/ha en la variedad Cunningham. Las semillas recién cosechadas se pueden almacenar en condiciones ambientales hasta dos años con el empleo de zeolita de granulometría < 1 mm a razón de 50 g/kg de semilla. Se conoció de la presencia de bacteria y hongos que atacan a las semillas, así como controles biológicos de algunos de estos patógenos.

En cuanto a la agrotecnia, se logró integrar y profundizar en los aspectos esenciales del establecimiento, lo que significó sentar las bases científico prácticas necesarias para poder utilizar eficientemente la especie vegetal estudiada y prolongar su vida útil en función de la producción animal.

Se seleccionaron y colectaron en Cuba cepas específicas de *Rhizobium* para suelos pardos grisáceo, vertisuelo y ferralítico rojo lográndose incrementos en el rendimiento entre 45 y 78 %.

Se pudo definir el momento de comenzar la preparación del suelo y la forma de llevar a cabo esta labor y las necesidades de fertilización de acuerdo con la fertilidad del suelo. Igualmente, la mejor fecha de siembra, dosis y profundidad, así como la forma de sembrar pastos de gramíneas en las calles entre los dobles surcos de la leucaena.

La técnica de intercalamiento de especies de ciclo corto mostró que ésta deprime la competencia con las malezas, incentiva la limpieza y mejora el uso de la tierra. Los insectos en estos ecosistemas se concentran en las malezas que sirven de reservorio. Esta técnica permitió que leucaena estuviera lista para el pastoreo entre 90-100 días después de la siembra, y el mejor momento para comenzar el pastoreo es cuando la planta alcanza entre 0.90-2 m de altura. Otra alternativa es sembrar a chorrillo en surcos sencillos separados 5-6 m con una densidad de 1 kg de semilla/ha.

Para sembrar esta planta en una unidad pecuaria en funcionamiento, no es necesario sacar los animales y entorpecer el flujo zootécnico de la unidad, ya que se debe sembrar un por ciento del área cada año y comenzar la explotación con la cantidad de animales que ésta pueda soportar, lo que fue demostrado económicamente. Además, otra alternativa es vaciar las unidades de animales durante largo tiempo cuando sea posible.

Los estudios desarrollados en sistemas de pastoreo con árboles mostraron que con el manejo adecuado se logra con baja proporción de malezas y altos valores del pasto base mejorado, comparado con la gramínea sin asociar con árboles ni fertilizada. Esto mostró que no hay deterioro en el pastizal, ya que se logra el equilibrio aceptable de los componentes. La presencia del árbol asociado a la gramínea mejorada tiende a producir mayor estabilidad de la producción de biomasa durante todo el año en comparación con las áreas sin árboles y sin fertilización.

Las especies de árboles más utilizados en estos sistemas son *L. leucocephala*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. (Milera et al., 2014), conjuntamente con *Bauhinia purpurea* L.; mientras que los pastos más abundantes por su capacidad para asociarse con estos son *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon y S.W.L. Jacobs y *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst, aunque también se pueden encontrar otras especies como *Cenchrus ciliaris* L. y *Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone CT-115.

Estos sistemas, en función del tipo y la fertilidad del suelo, la especie de pasto, así como de la especie y densidad de los árboles y también del manejo del sistema y el potencial pro-

ductivo de los animales, pueden admitir cargas en el rango de 1.0 a 1.7 UGM/ha, con periodos óptimos de reposo para el pasto de 25-40 días en el periodo lluvioso (PLL) y de 50-70 días en el periodo poco lluvioso (PPLL) (Simón, 2011).

Por otra parte, garantizan elevada producción de biomasa (28-33 t de MS/ha/año), en donde además se minimiza el desbalance en la producción de alimentos entre el PLL (70 %) y el PPLL (30 %) que caracteriza a los sistemas sin árboles (Sánchez, 2007; López *et al.*, 2012).

En SSP con vacas de mediano potencial, el pasto representa el 90 y el 85 % de la dieta y el follaje de la arbórea el 10 y el 15 % en el PLL y el PPLL, respectivamente. En estas condiciones, la ración de los animales tiene contenido de proteína cruda (PC) 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.*, 2014a y b).

Además, se ha comprobado que los SSP con *L. leucocephala* cv. Cunningham, *M. maximus* cv. Likoni y *C. nlemfuensis* cv. Jamaicano, en suelos de mediana fertilidad permiten consumo de PC entre 20 y 35 % por encima de las necesidades de los animales; mientras que la energía es deficitaria entre 3 y 10 % para vacas de mediano potencial en lactación (Sánchez *et al.*, 2008).

Cuando se utilizan SSP como las asociaciones de gramíneas mejoradas (*M. maximus* y *C. nlemfuensis*) con *L. leucocephala* con vacas de mediano potencial de los genotipos Siboney y Mambi de Cuba sin suplementación con concentrado es posible lograr producción de leche de 10 kg/vaca/día con adecuada calidad nutricional (4.1 % de grasa; 3.2 % de proteína; 4.6 % de lactosa; 8.6 % de sólidos no grasos y 12.7 % de sólidos totales) (López *et al.*, 2015).

Estos resultados en producción de leche son similares a los obtenidos en sistemas con gramíneas mejoradas sin fertilización, cuando se emplea el forraje de morera (*Morus alba* L.) troceado (hojas y tallos tiernos) a razón de 1 % del peso vivo en vacas mestizas, con pastoreo restringido y sin suplementos concentrados, en donde se alcanzan producciones de 10.0 kg de leche/vaca/día (Milera *et al.*, 2007). Ello, a su vez, es similar a lo informado por Lamela *et al.* (2010) quienes obtuvieron producción de leche de 10.0 kg/vaca/día con vacas de mediano potencial (Holstein x Cebú) que se alimentaron en una asociación de *L. leucocephala*, *M. alba* y *C. purpureus* Cuba CT 115 con riego.

Otro aspecto importante lo constituye el hecho de que en las multiasociaciones (SSP intensivos) con gramíneas, leguminosas herbáceas y arbóreas con alta densidad (15 000 plantas/ha), 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 sólo 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 la producción de leche por hectárea de 3 000 a 6 000 kg/año.

Las vacas manejadas en sistemas con asociación de *M. maximus* y *C. nlemfuensis* con *L. leucocephala*, cuando paren con condición corporal (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 (López *et al.*, 2012); 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 esta (López, 2002).

La leucaena como banco de proteína en hasta el 30 % del área agrícola permitió ahorro de concentrados de 420 kg/lactancia y producciones de leche de hasta 15 kg/vaca/día; la leucaena en el 100 % del área de pastoreo incrementó la producción en 0.85 l/día con relación al pasto solo (Ruiz *et al.*, 2003). El pastoreo directo de leguminosas arbustivas incrementa la producción de leche en 0.8 a 1.0 kg/vaca/día en comparación con el sistema de corte y acarreo.

Las tecnologías para la ceba en pastos de gramíneas con 100 % de leucaena en el área permitieron obtener ganancias de peso vivo superiores a 700 g/animal/día.

Los estudios acerca de la ceba vacuna inicial en SSP, con *L. leucocephala* y pastos naturales, permitieron ganancias individuales de 715 g/animal/día e incremento de 51 % en la producción de carne por hectárea en relación con el control de pasto natural (Hernández *et al.*, 1986). Mientras que, en la ceba final, las ganancias en peso vivo (PV) en Cebú (419 g/animal/día) fueron superiores en 73 % a las obtenidas con pasto natural (242 g/animal/día), y no difirieron del sistema con suplementación (409 g/animal/día) (Hernández *et al.*, 1987).

Por otra parte, cuando se utilizó *Andropogon gayanus* Kunth en pastoreo más un banco de proteína (BP) de leucaena y glycine (*Neonotonia wightii* (Wight y Arn.) J.A. Lackey)

en la ceba de machos Cebú, se alcanzó PV al sacrificio de 448 kg, con 29 meses de edad y ganancias promedio de 487 g/animal/día. Mientras en un SSP de leucaena y guinea (sin suplementación), tuvieron ganancias de 429 g/día en el PPLL. Lo que indica que al compararlo con el sistema de BP y uno con gramíneas mejoradas (GM) con suplementación, el acumulado es superior a los 620 g, con PV por encima de 400 kg y con 26 meses de edad (Iglesias *et al.*, 2011).

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

Además de los beneficios relacionados con anterioridad respecto a la producción animal, también se han evidenciado otros, los cuales se describen a continuación.

En cuanto a la vida en el suelo, en los SSP (leucaena+guinea, fundamentalmente), la macrofauna edáfica presenta mayor riqueza de organismos (en los que predominan las lombrices de tierra), en relación con los que sólo tienen 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).

En este mismo sentido, Soca *et al.* (2011) en un estudio con terneros que pastoreaban en un SSP, concluyeron que la fauna edáfica, específicamente los coleópteros coprófagos, tuvieron una acción determinante en los procesos de descomposición de las bostas, ya que la carga parasitaria (nematodos gastrointestinales) fue significativamente inferior (0 hpg en el conteo fecal de huevos) con respecto a la encontrada en sistemas con gramíneas mejoradas (≥ 500 hpg). Mientras que, la disponibilidad de MS, la altura del pasto y la composición química de la dieta también tuvieron influencia en la disminución de las parasitosis con incremento significativo de las ganancias en peso y decrecimiento apreciable de la presencia de otras enfermedades.

La poda constituye un elemento de importancia vinculado al manejo de estos sistemas. Esta labor no es necesaria antes de los cuatro años posteriores a la siembra, si el sistema es bien manejado y se llevara a cabo según el objetivo que se persiga. Si se desea aumentar la disponibilidad por animal por día durante la seca, se deberá realizar de enero a marzo, si es

para una rápida recuperación de las plantas podadas se debe efectuar entre los meses de abril-junio a una altura de poda no mayor que 0.50 m a partir del suelo. De esa forma se prolonga el comienzo de la próxima labor, en unión de otros factores del manejo como son el porcentaje de defoliación, el tiempo de descanso y el tipo de pasto herbáceo asociado.

En relación con la fisiología del rumen se determinaron cepas de bacterias ruminales capaces de degradar la mimosina y el DHP, así como su existencia y persistencia en el rumen de los animales en condiciones normales de alimentación. Se logró, además, cuantificar la concentración de ambos compuestos en el rumen de bovinos, ovinos y caprinos.

Se condujeron investigaciones de tamizaje fitoquímico que indicaron la presencia marcada de taninos y alcaloides.

Respecto a la fitosanidad de los SSP (específicamente de leucaena-guinea), estos proveen de cantidad de refugios y hábitats adecuados, así como de un microclima propicio para el desarrollo de insectos beneficiosos y entomopatógenos, respectivamente, lo que permite que se establezcan interacciones complejas que implican mayor equilibrio entre fitófagos y biorreguladores (con 44 % aproximadamente), favoreciendo a estos últimos, así como a otros benéficos entre los que se encuentran los polinizadores, coprófagos y descomponedores de la materia orgánica, que son los responsables de mantener la estabilidad biológica de estos sistemas, a nivel del pastizal (Alonso *et al.*, 2011a). Además, hace posible que se explique, en parte, el hecho de que las poblaciones de organismos nocivos de interés no expresen la magnitud del daño que pueden causar al cultivo de la leucaena en el país, como ha ocurrido con *Heteropsylla cubana* Crawford. De ahí que se sugiera valorar la utilización de la asociación leucaena-guinea cuando las condiciones de suelo y el tipo de explotación lo permitan, pues con la compensación que se alcanza respecto a la entomofauna presente, se pudiera garantizar que perduren estas plantaciones en el tiempo (Alonso *et al.*, 2011b).

Respecto al mejoramiento del entorno, las posibilidades de leucaena como árbol de sombra también constituyeron otro aspecto de esta tecnología, y se logra sin interrumpir el pastoreo animal. Es decir, después de 2-3 años de explotación a partir de la siembra, un porcentaje de plantas sobrepasa la altura de 200 cm, que es aproximadamente el límite máximo para el aprovechamiento de la planta por el animal y son las que se utilizan para introducir la sombra en el potrero. Se evaluaron diversas formas de introducir árboles aumentando la biodiversidad del sistema silvopastoril.

Asimismo, se determinó el efecto positivo en la fertilidad integral del suelo, lo que se manifestó en la mejora de las propiedades físicas y en ellas, de manera particular la estabilidad estructural y la estabilidad de los agregados en húmedo. También, se realizaron estudios de indicadores biológicos donde la fitomasa subterránea tuvo la mayor variabilidad y consecuente efecto en profundidad y demás parámetros biológicos.

Un aspecto de importancia fueron las investigaciones acerca del reciclaje de nutrientes donde se pudo evaluar el balance de N, P y K, el comportamiento de la hojarasca, así como la composición taxonómica, la actividad biológica y diversidad zoológica de la macrofauna edáfica. Igualmente, se condujeron estudios de la *Heteropsylla cubana*, su presencia y controles biológicos, y se estableció que *Chilocorus cactis* constituyó el biorregulador de más incidencia y estabilidad.

En relación con los estudios en rumiantes menores, por ejemplo: con cabritas destetadas del fenotipo F₁ (Criollo-Saanen, Criollo-Nubia, Criollo-Alpina) confinadas en un módulo agroforestal para la producción de leche, González *et al.* (2001), al evaluar tres niveles de oferta del forraje de morera (previamente troceado a tamaño de partícula de 2 o 3 cm); 0.5, 1.5 y 2.5 % del peso vivo (PV), más acceso a forraje de *M. maximus*, con un control que dispuso de este forraje y cascarilla de cítrico deshidratada; demostraron que tanto el consumo voluntario total como el de morera y de guinea fueron significativamente afectados ($P < 0.001$) por el nivel de oferta de la arbórea. En la medida que se incrementó el nivel de morera aumentó a su vez el consumo voluntario de todos los nutrientes, hasta la inclusión del 1.5 % en que se obtuvo la mayor ingestión de materia seca (544.7 g), proteína bruta (54.47 g) y energía metabolizable (1.17 Mcal/animal/día).

También se observó que cuando aumentó la oferta de morera se incrementa el consumo de guinea, al parecer por mejora en los patrones fermentativos de la ecología ruminal. El tratamiento que incluyó la mayor cantidad de morera en la dieta resultó el de mejor conversión alimenticia y en la medida que se incrementaron los niveles de forraje de morera en la dieta hubo mayor tasa de crecimiento. Cuando la inclusión sobrepasó el 50 % de suplementación en la ración total (más del 2.0 % del peso vivo en base seca) dejó de ser significativo el efecto en la velocidad de crecimiento de los animales, aunque la ganancia media diaria en este tratamiento no fue significativamente mayor en relación con la anterior (86.2 vs. 76.2).

En investigaciones con machos ovinos Pelibuey, cuando se estableció una ración que consistió en forraje verde de morera troceado para ser consumido a voluntad y según el

tratamiento, una suplementación con hollejo de cítrico en dos formas de presentación (ensilado o deshidratado): (A. Forraje de morera; B. Forraje de morera + 200 g de cascarilla de cítrico deshidratada; C. Forraje de morera + 700 g de ensilaje de hollejo de cítrico); y como criterio de evaluación se adoptó que la suplementación no sobrepasara el 20 % de la MS total consumida y que los aportes proteicos de los suplementos fueran similares, se logró mejora en la respuesta de los ovinos en crecimiento con el empleo de los hollejos de cítrico conservados, aunque la utilización de la morera como alimento principal en una dieta para ovinos no contribuye al aprovechamiento del potencial nutritivo de esta arbórea (Ojeda *et al.*, 2009).

En otro estudio, Alpizar (2014) también con ovinos Pelibuey suplementados con morera (*M. alba*) como sustituto del concentrado, con los tratamientos: M-1 % (morera al 1 % del PV en base seca; M-0.75 % (0.1 kg de concentrado/animal/día y morera al 0.75 % del PV en BS); M-0.50 % (0.2 kg de concentrado/animal/día y morera al 0.50 % del PV en BS) y M-0 % (0.3 kg de concentrado/animal/día); y que adicionalmente recibieron una dieta base constituida *C. purpureus*, *M. maximus* cv. Likoni, caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), melaza, urea y sales minerales, obtuvo lo siguiente: la morera presentó excelente calidad nutricional con altos tenores de proteína cruda (20.86 %), cercano al valor señalado por Martín (2011) y bajas fracciones de fibra, las que fueron inferiores a lo informado por otros autores en la literatura internacional.

Además, después de los 14 días, los animales de todos los tratamientos presentaron incremento de peso sostenido en toda la etapa experimental, sin aparecer diferencias significativas en el PV acumulado en ninguno de los pesajes realizados y culminaron el periodo de ceba sin diferencias significativas en los pesos finales, con 29.6; 32.2; 32.3 y 32.8 kg para el grupo M-1 %, M-0.75 %, M-0.50 % y M-0 %, respectivamente. El tratamiento suplementado solo con morera presentó los menores valores (lo cual se corresponde con el menor consumo de MS), mientras que el grupo M-0.50 % mostró el mayor consumo durante toda la etapa experimental.

Las respuestas obtenidas en los consumos de MS pudieran ser el resultado del conjunto de reacciones bioquímicas ruminales, que se maximizan con el suministro sincronizado de proteína y energía fermentable en el rumen, permitiendo mejor utilización de los nutrientes. Mientras que las ganancias de PV promedio acumulada fueron superiores ($P < 0.01$) en los tratamientos M-0.75 %, M-0.50 % y M-0 % al ser comparados con el tratamiento M-1 %, sin embargo, no mostraron diferencias estadísticas entre ellos. Todos los tratamientos presentaron ganancia media diaria (GMD) superior a los 100 g/animal/día considerada muy buena para ovinos. Entre los grupos que consumieron morera como suplemento, el M-0.75 % presentó la mejor conversión alimenticia.

A pesar de las observaciones del uso de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en la alimentación animal, en especial por campesinos, se han realizado pocas investigaciones en este campo (CIPAV 2009). En este sentido y al tener en cuenta el potencial (cuantitativo y cualitativo) forrajero de esta especie, el cual se cataloga como promisorio para sistemas sostenibles de producción agropecuaria, el Instituto de Ciencia Animal se trazó como línea de trabajo ampliar la evaluación científica de la respuesta productiva de su forraje en la alimentación de rumiantes y de monogástricos a través del estudio de la especie para lograr conformar una tecnología para la producción de biomasa, comportamiento en corte y pastoreo, y su utilización en el comportamiento biológico y fisiológico de animales que se emplean para el desarrollo ganadero.

La base experimental fue la colecta de diferentes materiales en la región centro occidental de Cuba que se enumeraron del 1 al 29.

Desde el punto de vista técnico, estos estudios informaron (Ruiz *et al.*, 2013) acerca de las características de crecimiento y desarrollo de 29 accesiones colectados de *T. diversifolia*. Además, se obtuvo información sobre su capacidad de multiplicarse por semilla gámica en las condiciones que pueden ser pastoreados por animales bovinos.

Se profundiza en aspectos relacionados con su composición química y metabolitos secundarios. Esto brinda la posibilidad de disponer de otras plantas arbustivas para su utilización en sistemas silvopastoriles. *Tithonia* es una planta promisorio cuando se utiliza para manipular la ecología microbiana ruminal, reducir la población de metanógenos y protozoos, así como para incrementar la población de bacterias celulolíticas.

Se realizó un estudio integral de la caracterización química y física de harina de forraje de *T. diversifolia* accesión 10 y su efecto en indicadores fisiológicos, bioquímicos, productivos y de salud en cerdos en crecimiento. Se contribuyó además, al conocimiento de los metabolitos secundarios y se cuantificó el contenido de polifenoles totales presentes en harina de forraje de *Tithonia*, a diferentes edades de corte. Se obtuvieron indicadores de la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos que consumieron harina de forraje de *Tithonia* en sustitución del pienso comercial. Se comprobó que la inclusión de harina de forraje puede ser una solución alternativa a los antiparasitarios para cerdos en crecimiento.

Con estos trabajos se propone un alimento alternativo ampliamente distribuido en las zonas tropicales, con pocas exigencias nutricionales y buen potencial nutritivo, que se puede

utilizar en la producción de cerdos en crecimiento y terneros, a pequeña y mediana escala, con resultados productivos aceptables y ventajas económicas desde el punto de vista de sustitución de importaciones.

El beneficio social de estos resultados radica en que se ofrece a los productores, investigadores y estudiantes de pregrado y posgrado un estudio integral de la potencialidad de una fuente alternativa abundante en el trópico como es *T. diversifolia* y su efecto en los indicadores fisiológicos, productivos y de salud en cerdos en crecimiento, terneros y cabras. La utilización de esta planta permite mitigar las emanaciones de metano a la atmósfera, procedente de la fermentación ruminal, lo que contribuye a reducir el efecto que este gas ejerce como efecto invernadero.

De todo lo enunciado anteriormente, se puede plantear que el empleo de SSP, superiores en diversidad (multiespecies-multiestratos) a las pasturas en monocultivos, propicia la obtención de resultados satisfactorios en la conservación del suelo, la sanidad agropecuaria, la producción animal y derivan en mayor resiliencia con mejor adaptación y persistencia apropiada ante el cambio climático que se enfrenta en la actualidad.



Figura 1. Banco forrajero de morera (EPPF "Indio Hatuey").



Figura 2. Área experimental en la EEPF “Indio Hatuey”, del Silvopastoreo más extendido en el país: leucaena-guinea. (A) Con vacas lecheras (B) Para la ceba de toros.

Referencias

- Alonso, O., J. C. Lezcano y M. Milera. 2011a. "El contexto fitosanitario en sistemas de pastoreo racional con gramíneas y en silvopasturas". En: *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Ed: Milagros de la C. Milera. SOCUP-ACPA-EEPFH, Cuba. p. 443
- Alonso, O. J. C. Lezcano y M. Suris.. 2011 b. "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.
- Alpízar, A. 2014. *Efecto de la suplementación con Morus alba Linn. en la ceba de ovinos Pelibuey en estabulación*. Tesis en opción al grado académico de Maáster en Pastos y Forrajes. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. 78 p.
- González, E. et al. 2001. "Efecto de diferentes niveles de morera en el consumo y crecimiento de cabritas destetadas en confinamiento total". En: *Morera un nuevo forraje para la alimentación del ganado*. Ed. Milagros de la C. Milera. Estación Experimental Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. pp. 287-292.
- Hernández, I. 2000. *Utilización de las leguminosas arbóreas L. leucocephala, A. lebeck y B. purpurea en sistemas silvopastoriles*. Tesis presentada en opción al grado científico de Dr. en Ciencias Agrícolas. ICA. La Habana, Cuba. 138 p.
- Hernández, C., A. Alfonso y P. Duquesne. 1986. "Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. I. Ceba inicial". *Pastos y forrajes* 9:79.
- Hernández, C., A. Alfonso y P. Duquesne. 1987. "Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II. Ceba final". *Pastos y forrajes* 10:246.
- Hernández, D., M. Carballo y F. Reyes. 2011. "Manejo racional de una multiasociación árboles-pastos". En: *André Voisin. Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Ed. M. Milera. SOCUP-ACPA-EEPFH. Cuba. p. 513
- Iglesias, J. et al. 2011. "Sistemas de producción basados en pastos, forrajes y leñosas forrajeras para la ceba vacuna". En: *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Ed: Milagros de la C. Milera. SOCUP-ACPA-EEPFH. Cuba. pp. 548-558.
- Lamela, L. et al. 2010. "Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego". *Pastos y forrajes* 33(3): 311-321.
- López, O. 2002. *Caracterización del comportamiento productivo y reproductivo de vacas Mambí de Cuba de primera lactancia en un sistema silvopastoril*. Tesis presentada en opción al título académico de Master en Reproducción Animal. CENSA, Universidad Agraria de La Habana, Cuba.
- López, O. et al. 2012a. "Efecto de la sustitución de suplementos concentrados en la producción de leche de vacas en sistemas silvopastoriles". *XV Edición Forum de Ciencia y Técnica*. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba.
- López, O. et al. 2012b. "Influencia de la complementación de la dieta en la producción de leche de vacas Mambí de Cuba manejadas en un sistema silvopastoril". *Memorias II Convención Internacional "Agrodesarrollo 2012"*. EEPF Indio Hatuey, Matanzas, Cuba. p. 331.
- López, O. et al. 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.
- López, O. et al. 2014a. "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. et al. 2014b. "Influencia de la complementación con caña y/o pulpa de cítrico en la degradabilidad in vitro de dietas basadas en *Panicum maximum* y *Leucaena leucocephala*". *Memorias. III Convención Internacional Agrodesarrollo 2014*. [CD-Rom]. Hotel Meliá Marina. Varadero, Matanzas, Cuba. p. 1120.

- Martín, G. J. 2011. "Estudios de comportamiento agronómico de la morera (*Morus alba* L.) en Cuba". En: *Morera un nuevo forraje para la alimentación del ganado*. Ed. Milagros de la C. Milera. EEPF Indio Hatuey. Matanzas, Cuba.
- Milera, M. et al. 2007. "Resultados preliminares del forraje de *Morus alba* en la alimentación de vacas lecheras". *Revista Avances de Investigación Agropecuaria (AIA) de la Universidad de Colima* 11:2.
- Milera, M., O. López y O. Alonso. 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.
- Ojeda, F. et al. 2009. "Uso integral del hollejo de cítrico en la alimentación animal. Una solución para eliminar la contaminación ambiental". *II Simposio Internacional "Extensionismo, transferencias de tecnologías, aspectos socioeconómicos y desarrollo agrario sostenible"*. Agrodesarollo'09. EEPFIH. [cd rom]. Plaza América. Varadero, Cuba.
- Ruiz, T. R. et al. 2013. "PF-105. *Tithonia diversifolia* sus posibilidades en sistemas ganaderos". Mesa Redonda. *IV Congreso de Producción Animal Tropical*. La Habana.
- Ruiz, T. E., G. Febles y J. Alonso. 2003. "Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perennes". *II Foro latinoamericano de Pastos y Forrajes*. La Habana, Cuba. Soporte Electrónico.
- Sánchez, S. et al. 2011. "La macrofauna y su importancia en los sistemas de producción ganaderos". En: *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Ed: Milagros de la C. Milera. SOCUP-ACPA-EEPFH. Cuba. pp. 316-348.
- Sánchez, T. 2007. *Evaluación productiva de una asociación de gramíneas mejoradas y Leucaena leucocephala cv. Cunningham con vacas Mambí de Cuba en condiciones comerciales*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 103 p.
- Sánchez, T et al. 2008. "Comportamiento productivo de vacas lecheras Mambí de Cuba en una asociación de gramíneas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham". *Pastos y forrajes* 31(4): 371-388
- Simón, L. 2011. *El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal*. 209 p.
- Soca, M. et al. 2011. "Influencia de la biota del suelo en la carga parasitaria de las excretas y los animales en sistemas silvopastoriles". En: *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Ed: Milagros de la C. Milera. SOCUP-ACPA-EEPFH. pp. 349-368.