

Para Citar: Sánchez-Santana, T., López-Vigoa, O., Iglesias-Gómez, J.M., Lamela-López, L. and Soca-Perez, M., 2018. The potential of silvopastoral systems for cattle production in Cuba. *Elem Sci Anth*, 6(1), p.82. DOI:<http://doi.org/10.1525/elementa.334>

Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la producción bovina en Cuba

*Tania Sánchez-Santana, Onel López-Vigoa, Jesús Manuel Iglesias-Gómez, Luis Lamela-López y Mildrey Soca-Perez

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH). Universidad de Matanzas Central España Republicana, C.P. 44280, Matanzas, Cuba

*tania@ihatuey.cu

Resumen

El objetivo del trabajo fue evaluar las potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la producción leche y carne en Cuba a través de la reseña grupo de investigaciones realizadas en el país sobre el tema. Se hizo énfasis en la contribución de los árboles al mejoramiento de la composición de la comunidad vegetal; así como el incremento de la eficiencia productiva en toros de ceba, hembras en desarrollo y vacas lecheras. Los resultados sugieren que en los sistemas con árboles se incrementa la disponibilidad de la materia seca y el contenido de proteína bruta de la gramínea por el efecto de la asociación. Además, se logra mantener la persistencia del pastizal. En sistemas de gramíneas mejoradas con *Leucaena leucocephala* y vacas de mediano potencial es posible lograr una producción de leche de 10 kg/vaca/día; mientras que, en la ceba se puede obtener ganancias en peso vivo de 0,500-0,600 kg animal día⁻¹ en ganado Cebú. Se concluye que el empleo de sistemas silvopastoriles constituye una opción viable para producir leche y carne con bajos insumos en las condiciones de Cuba.

Introducción

La ganadería en Cuba constituyó en el pasado una de las dos actividades más importantes de la economía nacional, junto a la agroindustria azucarera. En el presente, aunque ha disminuido su aporte en el contexto nacional continúa representando un patrimonio económico de singular magnitud, por el valor de sus activos y la incidencia en el aporte a la seguridad alimentaria de la población cubana (Nova, 2014). Cuba cuenta con una masa ganadera de aproximadamente 4 millones de cabezas, de ellas el 64,6 % está constituido por hembras, de las cuales 103,6 mil pertenecen a rebaños de valor genético,

que el sector estatal posee la mayor cantidad de este. Se denota un crecimiento de la masa ganadera en el sector cooperativo (ONEI, 2015). Las cooperativas tienen una alta participación en la producción de alimentos a nivel nacional, producen el 72,7 % de la leche (MINAG, 2015). La mayor participación la tienen las familias campesinas que integran las Cooperativas de Crédito y Servicio (CCS) y el sector privado, que producen el 68 % de la leche (Nova, 2016).

Por otra parte, en las áreas ganaderas, independientemente a la forma de tenencia de la tierra, se aprecian los principales problemas ambientales que amenazan el desarrollo sostenible que en esencia son: la degradación de los suelos, la deforestación, la contaminación de las aguas terrestres y la pérdida de la diversidad biológica (Alonso-Domínguez, 2011; CITMA, 2012). Ello las hace insostenibles y vulnerables al cambio climático. Las causas del deterioro en el ambiente ganadero son múltiples y sobresalen, la deforestación, el monocultivo de gramíneas y la consecuente disminución de la biodiversidad vegetal y funcional, el inadecuado manejo de la pradera, el uso impropio de las fuentes de abasto de agua, así como el desconocimiento acerca de las prácticas agrícolas sostenibles (Milera, 2011; 2013). El reto es transformar el actual modelo tradicional de producción hacia la búsqueda de sistemas productivos cada vez más sostenibles.

Los sistemas silvopastoriles (SSP) constituyen parte de esa búsqueda constituyen una alternativa en la restauración, el mantenimiento y la sostenibilidad de los recursos naturales en los paisajes ganaderos. Estos ofrecen beneficios socioeconómicos y ecológicos evidenciados por diversos estudios científicos y experiencias exitosas de productores ganaderos (Ibrahim, et al., 2006). Los SSP son agroecosistemas en los que se asocia un componente arbóreo con uno herbáceo (pasturas naturales o mejoradas) y otro pecuario (ganado) en un mismo sitio, de manera que existan interacciones biológicas entre ambos con el objetivo de maximizar el uso de la tierra. En otras palabras, combinan temporal y espacialmente el mantenimiento de las pasturas (naturales o cultivadas) con las actividades ganaderas, de conjunto con especies arbóreas (Russo, 2015).

Se han realizado diversos estudios multidisciplinarios con especies arbóreas en sistemas silvopastoriles que evidencian la influencia favorable de estos sistemas en la producción de leche, carne y en la eficiencia productiva de animales en desarrollo, logrando un comportamiento productivo y de salud muy buenos a través de la integración y estabilidad del sistema suelo-planta-animal. Se han efectuado investigaciones del entorno de forma integral las que aportaron nuevos conocimientos en aspectos tales

como la incorporación de la sombra y su efecto en la producción y calidad del pasto, reciclaje positivo de nutrientes, biología del suelo, equilibrio de la fauna insectil y la poda como elemento del manejo (Murgueitio, et al., 2008; 2015).

Los sistemas silvopastoriles ofrecen una opción para producir el alimento sin utilizar fertilizantes químicos y constituyen una vía de conservar el entorno, ya que promueven el mantenimiento de la cubierta arbórea en las explotaciones ganaderas. También funcionan como sumideros de carbono y hábitat de diversos organismos o corredores biológicos que permiten la conectividad entre ecosistemas más estables (Ibrahim y Mora, 2006; Harvey, 2006). Por su parte, Rois-Díaz, et al. (2006) plantean que los SSP tienen ventajas en tres dimensiones: la económica, la ambiental y la social, debido a que propician el desarrollo rural, cuidan el entorno y contribuyen al mantenimiento de la biodiversidad.

En un sistema sostenible para producir leche y carne, en el cual se utilice como alimento fundamental el pasto, es necesaria la presencia de las leguminosas. Ellas no solo mejoran el valor nutritivo de la dieta, sino que tienen la capacidad de establecer una relación simbiótica con microorganismos capaces de fijar el nitrógeno atmosférico y transformarlo en formas asimilables para las plantas. Esta característica no sólo beneficia a las leguminosas, sino a las gramíneas y otras familias que crecen a su lado (Sierra y Nygren, 2006; Jalonen, et al., 2009). De ahí que las asociaciones gramíneas-leguminosas son esenciales para la ganadería cubana a base de pastos y forrajes ya que la carencia de insumos importados provoca la vuelta a los sistemas de alternativos que incluyen a las leguminosas como sustitutas válidas de los abonos nitrogenados.

Estos sistemas, en función de: a) el tipo y la fertilidad del suelo, b) la especie de pasto, c) la especie y densidad de los árboles; d) el manejo del sistema y, e) el potencial productivo de los animales, pueden admitir cargas en el rango de 1,0 a 1,7 Unidad de Ganado Mayor (UGM) por hectárea, con períodos óptimos de reposo para el pasto de 25-40 días en el período lluvioso (PLL) y de 50-70 días en el período poco lluvioso (PPLL) (Simón, 2011). Estas problemáticas han llamado la atención de los científicos cubanos en los últimos 20 años y se han producido un número de investigaciones en el tema. El artículo es una revisión general de estas investigaciones e intenta mostrar los resultados más valiosos de esos trabajos en su conjunto y así valorar las potencialidades de los SSP para la producción bovina en Cuba.

Reseña de las metodologías empleadas en las investigaciones en SSP

Los resultados que se presentan son un resumen de más de 20 investigaciones realizadas en un período comprendido desde 1991 hasta 2016 por la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey (EEPFIH), Universidad de Matanzas que se ejecutaron en sus áreas productivas o en fincas de la provincia de Matanzas y se compara con lo obtenido por otras instituciones científicas de Cuba. A continuación, se presenta un resumen de las características de los sitios, en los cuales se realizaron las investigaciones, así como la metodología empleada en dichos trabajos.

Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. La EEPFIH, pertenece al municipio Perico –provincia de Matanzas, Cuba, situada entre los 22° 48' 7" de latitud Norte y los 81° 2' de longitud Oeste, a 19,01 msnm. El suelo del área experimental se clasifica como Ferralítico Rojo (Hernández, et al., 2006), con relieve llano. El clima es cálido tropical (Centro del Clima-Instituto de Meteorología, 2013), con una temperatura y humedad relativa promedio anual de 24,4 °C y 82,6 %, respectivamente. La precipitación promedio anual es de 1 300 mm.

Empresa Genética de Matanzas. El estudio se desarrolló en una vaquería de la granja Triunvirato perteneciente a la Empresa Genética de Matanzas, situada geográficamente en los 23° de latitud Norte y los 80° 30' de longitud Oeste, y a 70 m de altura sobre el nivel del mar, la cual se encuentra situada en zonas aledañas al municipio Matanzas, provincia de Matanzas. La temperatura media anual fue de 23 °C, con una media de 21 °C y 27 °C en invierno y en verano, respectivamente. La precipitación media anual fue de 1 300 mm, con un promedio de variación de 1 000-1 200 mm en el PLL y de 200-400 mm en el PPLL. El suelo sobre el cual se desarrolló el trabajo experimental se clasifica como Pardo con carbonatos (Cambisol), con un relieve ligeramente ondulado.

Empresa de Cítricos Victoria de Girón. El estudio se desarrolló en la vaquería El Rancho de la Empresa de Cítricos Victoria de Girón, ubicada en el poblado de Agramonte, del municipio Jagüey Grande, provincia Matanzas, Cuba (81°, 6' latitud Norte y 22°, 40' longitud Oeste). El suelo está clasificado como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández, et al., 2006), con un relieve llano. La superficie agrícola de la unidad era de 65 ha, de las cuales se sembraron 2 ha con una asociación de *Cenchrus purpureus* CT-115 y las arbóreas *Morus alba* y *Leucaena leucocephala*; se aplicó riego cada 15 días en el PPLL. El resto del área se mantuvo con pasto natural en condiciones de secano (63 ha). La siembra inició en el mes de junio del 2006. *M. alba* se sembró a una profundidad de 8-10

cm y a una distancia de 30 cm entre plantas. La distancia entre los surcos dobles de *Leucaena leucocephala* y *Morus alba* fue de 1 m y de *Leucaena leucocephala* dentro del surco de 1,2 m. *Cenchrus purpureus* cv. CT-115 se sembró en las calles de 4 m, a una distancia entre surcos de 70 cm (5 surcos por calle) y a una profundidad de 15 cm.

Mediciones en el pastizal

Disponibilidad de ramoneo en Leucaena leucocephala. Para estimar la disponibilidad de ramoneo en la *Leucaena leucocephala* se recolectaron manualmente las hojas y los tallos tiernos comestibles (hasta aproximadamente 3 mm de diámetro) en 10 de los árboles establecidos en el cuartón, simulando el ramoneo que realizan los animales hasta una altura de 2 m (Lamela, 1998 citado por Sánchez-Santana, 2007).

Disponibilidad de pasto. La disponibilidad de pasto se estimó por el método alternativo propuesto por Martínez, et al. (1990). Los muestreos se realizaron a la entrada y a la salida de los animales de cada cuartón, y se efectuaron 80 observaciones por hectárea.

Análisis químico proximal. Se envió al laboratorio una muestra homogénea de 300 g de *L. leucocephala*; así como 300 g de pasto, cosechado según la metodología propuesta por Herrera (2006). Se midieron los siguientes indicadores: Materia Seca (MS), ceniza, proteína bruta (PB) y calcio, según las técnicas descritas por la Association of Official Analytical Chemists (1995).

Composición florística del pastizal. La composición florística del pastizal se estimó por el método de los pasos, descrito por Anon (1980), que consiste en caminar por las diagonales en cada cuartón. Cada tres pasos el observador clasificó la especie de pasto que coincidía con la punta de su zapato. Esta medición se realizó en dos momentos del año (diciembre y junio) en el 100 % de los cuartones que constituyeron la unidad experimental.

Mediciones en los animales

Condición corporal. Semanalmente se monitoreó la condición corporal (CC) en una escala de 1 a 5 puntos), según la metodología descrita por Álvarez (1997).

Producción y calidad de la leche. La producción de leche se controló, a través de pesajes individuales

realizados al 100 % de las vacas en experimentación. Se determinó la producción de leche total, y además se tomaron muestras para determinar el porcentaje de grasa, proteína, lactosa, sólidos totales y sólidos no grasos, por el método infrarrojo FIL-141: B, 1997, con la utilización del MilkoScan 104 A/S Foss Electric.

Efectos beneficiosos de los SSP en la comunidad vegetal

Los SSP más utilizados en Cuba son los bancos de proteína, las asociaciones de árboles con gramíneas en toda el área de pastoreo y las cercas vivas (Sánchez-Santana, et al., 2011). El banco de proteína es el uso de leguminosas arbóreas y herbáceas en un 20-30 % del área de pastoreo, por lo que los beneficios que estas plantas realizan están solo circunscritos a la superficie que ocupan; mientras que en las asociaciones se beneficia toda la pradera (Simón, 2012). Por ello, las asociaciones de árboles con pastos mejorados son los SSP más extendidos en el país, y representan una alternativa promisoriosa para la producción animal en Cuba, pues contribuyen a mejorar la calidad biológica del suelo, incrementar el valor nutritivo del pasto, aumentar la producción de leche y carne, así como a favorecer la sanidad agropecuaria y la protección del ambiente.

Las especies de árboles más utilizados en estos sistemas son *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth, *Albizia lebbek* (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 & 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 (López, et al., 2015a).

La composición florística del pastizal, la disponibilidad de materia seca y el valor nutritivo de la comunidad vegetal son indispensables para evaluar un SSP para la crianza de hembras en desarrollo, producción de leche y carne. Estos elementos desempeñan un papel fundamental en la utilización del alimento disponible por parte de los animales. Las interacciones que se establecen entre el suelo, la planta y el animal en los SSP ejercen una influencia positiva en los componentes que forman la comunidad vegetal del sistema. La magnitud de este efecto depende de las especies presentes, las características del suelo y las condiciones del clima donde se localiza el sistema.

Sánchez-Santana (2007) caracterizó la comunidad vegetal de una asociación de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en condiciones de producción con una carga de 1,5-1,8

UGM/ha. En este sentido, durante los cinco años evaluados, se mantuvo un porcentaje de pastos mejorados por encima del 50 %, lo cual demostró la factibilidad de las asociaciones de árboles y pastos para garantizar la persistencia del pastizal. Las gramíneas mejoradas estaban representadas por *Megathyrsus maximus* cv. Likoni y *Cynodon nlemfuensis* cv. Jamaicano, con un predominio del *Cynodon nlemfuensis* en los tres primeros años; sin embargo, *Megathyrsus maximus* incrementó su porcentaje en la composición florística, hasta igualar al *Cynodon nlemfuensis* en el quinto año de evaluación (Sánchez-Santana, 2007). Es necesario señalar que *Megathyrsus maximus* presenta una mayor tolerancia a la sombra proyectada por los árboles.

Hernández, et al. (1998) evaluaron la disponibilidad de materia seca total de una multiasociación con las siguientes especies: *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, *Stylosantes guianensis* cv. CIAT-184, *Neonotonia wightii* cv. Tinaroo, *Teramnus. labialis* cv. Semilla Clara, *Centrosema pubescens* cv. SIH-129 y *Megathyrsus maximus* (una mezcla de los cvs. Likoni y SIH-127), y obtuvieron un rendimiento de biomasa comestible de 7 131,9 y 4 594,8 kg de MS ha rotación⁻¹ para los PLL y PPLL, respectivamente, sin el uso de fertilización. En una asociación compuesta por una mezcla de gramíneas mejoradas y naturales con *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham se obtuvo una disponibilidad de materia seca de 5,0 y 3,6 t de MS ha rotación⁻¹ para las gramíneas y 0,6 y 1,1 t de MS ha rotación⁻¹ para la leguminosa en los PLL y PPLL respectivamente, sin la aplicación de fertilizantes químicos y con el empleo de una carga de 0,9 UGM/ha (Iglesias, 2003). A su vez Sánchez-Santana (2007), al caracterizar la disponibilidad de materia seca en una asociación de *Megathyrsus maximus* cv. Likoni y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham en condiciones de producción, con una carga de 1,5-1,8 UGM/ha, obtuvo valores de disponibilidad total superiores a las 3 t de materia seca por hectárea durante los cinco años del estudio. Estos resultados demuestran la importancia de las asociaciones de gramíneas mejoradas y *Leucaena leucocephala* para alcanzar la estabilidad en los rendimientos totales de biomasa comestible. No obstante, debe señalarse que es necesario la realización de podas como parte del manejo, para garantizar una disponibilidad de *Leucaena leucocephala* estable a medida que transcurren los años de utilización del sistema.

En la evaluación se apreció un efecto de la época del año en la disponibilidad total de gramíneas (2,7 y 3,4 t de MS ha rotación⁻¹ para el PPLL y el PLL, respectivamente). Sin embargo, 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-Santana, 2007). Los resultados que se obtienen en cuanto a la

disponibilidad de materia seca de la gramínea en sistemas asociados con árboles demuestran que se obtienen rendimientos superiores a las 3 t de MS ha rotación⁻¹ y pueden llegar a valores mayores en dependencia de las especies presentes, la densidad de árboles y las condiciones propias de manejo, pero en todos los casos es superior a lo obtenido en sistemas de gramíneas (Hernández, 2000; Hernández, et al., 2001; Iglesias, 2003). Hernández, et al. (2001), al evaluar cuatro sistemas productivos: gramínea en monocultivo y *Albizia lebbbeck*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* asociados con *Megathyrus maximus* cv. Likoni, encontraron los porcentajes de proteína bruta (PB) más altos en los sistemas con árboles. Un comportamiento similar se señaló para las especies *Megathyrus maximus*, *Cynodon nlemfuensis* y *Paspalum notatum*, las cuales presentaron un incremento en el contenido de PB entre una y tres unidades porcentuales, cuando *Leucaena leucocephala* u otro árbol leguminoso formaba parte de la comunidad vegetal del cuartón o parcela (Hernández, et al., 1987; Guevara, et al., 1996).

El aumento del contenido de PB en el pasto es una consecuencia de la presencia de los árboles leguminosos, que tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo a través de la simbiosis con los rizobios; a su vez, el N es aprovechado por las gramíneas que se hallan en el sistema, de acuerdo con lo informado por Sierra y Nygren (2006), quienes estudiaron la fijación del nitrógeno por los árboles leguminosos en los sistemas silvopastoriles. Los resultados sugieren una transferencia directa del nitrógeno de los árboles a las gramíneas, a través de las raíces. De ahí la importancia de incluir los pastos mejorados con el fin de disponer de una dieta de mayor cantidad y calidad en términos de MS y PB, en particular cuando se alimentan vacas de mediano a alto potencial lechero. El aumento de las sustancias nitrogenadas en las gramíneas en los sistemas asociados con especies arbóreas, también puede ser una medida de la adaptación de estas plantas a la reducción de la luz por efecto de la sombra proyectada por los árboles, lo cual influye en el fisiologismo de las plantas (Pentón, 2000).

Una ventaja importante de los SSP con respecto a los monocultivos de gramíneas es que permiten minimizar el desbalance en la producción de alimentos que caracteriza a los sistemas sin árboles (Sánchez-Santana, et al., 2011). Un ejemplo de ello lo constituye el estudio realizado por Swaby, et al. (2013), quienes encontraron en un SSP integrado por la multiasociación de *Megathyrus maximus* Tobiata-Mombaza y las arbóreas *Leucaena leucocephala*, *Bauhinia variegata* y *Albizia lebbbeck* una disponibilidad total de biomasa de 25,3 t de MS ha año⁻¹ de la cual el 38 % se produjo en el PPLL.

En cuanto a la vida en el suelo, en los SSP (*Leucaena Leucocephala* + *Megathyrus maximus*, fundamentalmente), la macrofauna edáfica presenta una mayor riqueza de organismos (en los que predominan las lombrices de tierra), que los que solo tienen gramíneas mejoradas. 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-Cárdenas *et al.*, 2011).

Respecto a la fitosanidad, los SSP (específicamente de *Leucaena leucocephala*-*Megathyrus maximus*) proveen de una cantidad de refugios y hábitats adecuados, así como de un microclima propicio para el desarrollo de insectos beneficiosos y entomopatógenos. Esto permite que se establezcan interacciones complejas que implican un mayor equilibrio entre fitófagos y biorreguladores, 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., 2011). Además, hace posible que se explique parcialmente por qué las poblaciones de organismos nocivos de interés no expresen la magnitud del daño que pueden causar al cultivo de la *Leucaena leucocephala* en el país, como ha ocurrido con *Heteropsylla cubana* Crawford. De ahí que se sugiera valorar la utilización de la asociación *Leucaena leucocephala*-*Megathyrus maximus* 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., 2011a).

Hembras en desarrollo en sistemas con asociación de gramíneas y árboles

Actualmente, el peso de incorporación de novillas Holstein y sus cruces en Cuba, en condiciones de producción, varía normalmente entre 270 y 280 kg de peso vivo, con una edad de incorporación que se encuentra por encima de lo deseado (27-28 meses y hasta tres años), pues en novillas normalmente alimentadas debe estar entre 19 y 20 meses. Esto está dado por la situación que atraviesa la ganadería, en la cual existe gran déficit alimentario, principalmente en el PPLL, lo que se conjuga con un deficiente manejo zootécnico en las edades tempranas de desarrollo de la hembra en crecimiento. Con respecto al uso de las leguminosas para la alimentación de las hembras de reemplazo, Simón, et al. (1993) obtuvieron ganancias de 0,477 y 0,431 kg animal día⁻¹ en una asociación de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrus maximus* común fertilizada con 150 kg de N ha año⁻¹, respectivamente, y no observaron diferencias en las ganancias individuales entre sistemas.

Teniendo en cuenta estos resultados, se propuso determinar las posibilidades productivas del sistema “asociación en toda el área de pastoreo” (Iglesias, et al., 2003; 2009) para la crianza de hembras de genotipos característicos de los rebaños comerciales lecheros cubanos. En estas investigaciones la utilización de insumos fue mínima, ya que los pastos no fueron fertilizados ni regados; mientras que los animales tampoco recibieron ningún tipo de suplementación durante la época poco lluviosa. La alta disponibilidad de pastos, además del aporte brindado por las leguminosas rastreras y *Leucaena leucocephala* mediante el ramoneo y la poda, permitieron que las añojas cubrieran sus requerimientos nutritivos y obtuvieran ganancias deseadas para esta categoría (Tabla 1).

Tabla 1. Comportamiento de las añojas durante el ciclo de crianza

Indicador	Asociación	Banco de proteína	ES±
	Tipo de animal		
	<i>F₁</i>	<i>Siboney</i>	
Peso vivo inicial (kg)	164,2	170,9	2,47
Peso vivo final (kg)	294,9	280,8	3,67*
Edad a la incorporación (meses)	22,7	22,8	1,05
Ganancia promedio acumulada (g/animal/día)	0,524	0,440	20,08* *
Ganancia promedio en el período poco lluvioso (g/animal/día)	0,508	0,421	18,68* *
Ganancia promedio en el período lluvioso (g/animal/día)	0,584	0,495	18,08* *

* p<0,05

** p<0,01

F1 (½ Holstein x ½ Cebú) Siboney (5/8 Holstein x 3/8 Cebú)

Fuente: Iglesias *et al.* (2003)

Los animales mestizos del tipo F₁ alcanzaron ganancias superiores a los 0,500 kg diarios, tanto en la época poco lluviosa como en la lluviosa, con una ganancia acumulada de más de 0,520 kg al término del ciclo de cría que difirió (p<0,01) de la alcanzada por las hembras del genotipo Siboney. También hubo diferencias significativas (p<0,05) a favor de los animales F₁ en cuanto al peso final alcanzado para la monta (294,9 vs 280,8 kg), a pesar de que estos fueron ligeramente menos pesados al comenzar el pastoreo. La edad a la incorporación fue similar en ambos grupos de animales, con valores cercanos a los 23 meses.

Por su parte, López, et al. (2010) evaluaron el comportamiento productivo de hembras en desarrollo de los genotipos F1 (Holstein x Cebú) y mestizas criollas en condiciones de producción en sistemas con asociación de gramíneas y *Leucaena leucocephala*. Los animales F1 se incorporaron a la reproducción con 308,8 kg de peso a la edad de 28,6 meses, y los mestizos criollos con 336,8 kg de peso y 26,9 meses de edad; la ganancia de peso vivo fue de media a baja y similar para ambos genotipos (0,361 y 0,383 kg animal día⁻¹, respectivamente). De acuerdo con los resultados los dos genotipos presentaron un comportamiento similar, en cuanto a los indicadores analizados para estas condiciones de producción.

En la parte oriental del país (Valle del Cauto) Vega-Albi, et al. (2014) evaluaron diferentes sistemas de pastoreo con novillas *Charolaise* de Cuba y demostraron que cuando se utilizó la *Leucaena leucocephala*, asociada con *Cynodon nlemfuensis* en el 100 % del área, se obtuvieron ganancias de 0,55 kg animal día⁻¹ y los animales se incorporaron a la reproducción con 19,93 meses, mientras que en los sistemas de monocultivo de pastos, a pesar de un adecuado manejo, solo se lograron ganancias de 0,31 kg animal día⁻¹ y 25 meses de edad a la incorporación.

Sánchez, et al. (2010) evaluaron el efecto de la suplementación con residuos de destilería del maíz en el comportamiento de novillas que pastaban en una asociación de gramíneas y *Leucaena leucocephala*. Al analizar la ganancia diaria por tratamiento se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$). En el tratamiento donde se suplementó con un 20% de los requerimientos de proteína con relación al peso vivo se evidenció el mayor valor (0,805 kg animal día⁻¹), mientras que en el grupo que se suplementó con un 10% el resultado fue de 0,572 kg animal día⁻¹ y en el grupo sin suplementación se obtuvo una ganancia de 0,479 kg animal día⁻¹. Estos autores concluyeron que el empleo de residuos de destilería del maíz al 20 % de los requerimientos de proteína bruta influyó de forma positiva en la ganancia media diaria, así como mantuvo los valores de hematocrito dentro de los recomendados para la especie bovina.

Como complemento a esta línea de trabajo, y teniendo en cuenta que Cuba posee un importante germoplasma de especies arbóreas forrajeras, Simón, et al. (1995) condujeron un experimento para determinar las posibilidades de *Albizia lebbbeck* asociado a pastos naturales para la cría de hembras mestizas 5/8 Holstein x 3/8 Cebú. Se encontraron diferencias significativas ($p < 0,01$) en la ganancia diaria de PV a favor del sistema con *Albizia lebbbeck* en comparación con los animales que pastorearon

solo pasto natural en los dos períodos evaluados (0,415 vs 0,371 y 0,337 vs 0,160 kg animal día⁻¹), donde la disponibilidad de MS y de PB en el tratamiento de *Albizia. lebbbeck* resultó determinante en el PV final (335 vs 308 kg) y en la ganancia acumulada (0,397 vs 0,296 kg). Los resultados de las investigaciones mencionadas, realizadas en condiciones de bajos insumos externos, confirman que el comportamiento de las añojas de reemplazo, desde el punto de vista de la ganancia de peso vivo (por encima de 440 g diarios) es aceptable en estos sistemas.

Producción de leche en sistemas con asociación de gramíneas y árboles

Las investigaciones realizadas en Cuba durante más de 25 años, en SSP con predominio de los pastos mejorados y suelos de mediana fertilidad, permitieron cargas entre 1,1 y 1,7 UGM/ha. Estos sistemas se evaluaron con vacas de mediano potencial de genotipos provenientes del cruzamiento de Holstein x Cebú (Tabla 2) y han confirmado que tienen potencial para alcanzar una producción de leche entre 7,0 y 10,0 kg animal día⁻¹ con una adecuada calidad nutricional. Además, se obtiene una producción por hectárea de 2 800-6 000 kg/año (Sánchez-Santana, 2007; Hernández, et al., 2011; López, et al., 2012). Los resultados de Sánchez-Santana (2007) alcanzó una producción por vaca en ordeño de 9,6; 8,7 y 8,6 kg para el primero, el segundo y el tercer año del estudio, respectivamente. A su vez, cuando se analizó el efecto de la época del año en el peso de los terneros al nacer, no se encontraron diferencias significativas; los valores fueron superiores a 37,5 kg para ambos períodos (Sánchez, et al., 2008). Estos resultados en producción de leche son similares a los encontrados por Lamela, et al. (2010) quienes obtuvieron una producción de leche de 10,0 kg animal día⁻¹ con vacas de mediano potencial (Holstein x Cebú) que se alimentaron en una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Cenchrus purpureus* CT 115 con riego.

Cuando se utilizan SSP como las asociaciones de gramíneas mejoradas (*Megathyrus maximus* y *Cynodon nlemfuensis*) con *Leucaena leucocephala* con vacas de mediano potencial de los genotipos Siboney (5/8 Holstein x 3/8 Cebú) y Mambí de Cuba (3/4 Holstein x 1/4 Cebú) sin suplementación con concentrado es posible lograr una producción de leche de 10 kg animal día⁻¹ con una 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., 2015b).

Un aspecto importante lo constituye el hecho de que en las multiasociaciones (SSP intensivos) con gramíneas, leguminosas herbáceas y arbóreas con una alta densidad (15 000 plantas/ha), donde existe

una gran diversidad de la dieta ofrecida y consumida, y un mayor componente de leguminosas que de gramíneas, se produce una mejora de tal magnitud en la calidad nutritiva de la dieta que solo con 25 kg de MS vaca/día se alcanzan resultados similares a los obtenidos en los 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 puede mantener la producción de leche individual en alrededor de 10 kg animal día⁻¹ lo que permite incrementar la producción de leche por hectárea de 3 000 a 6 000 kg/año. No obstante, cuando en estos sistemas se brinda a las vacas, en similar período del año, un nivel de suplementación de concentrado que representó el 20 % de la dieta, y también probiótico Sorbifauna entre 60 y 90 g/vaca/día, se obtiene una producción de leche promedio de 12,0 kg animal día⁻¹, con 3,9 % de grasa y 3,4 % de proteína (Sánchez-Santana, et al., 2015).

Las vacas manejadas en sistemas con asociación de *Megathyrus maximus* y *Cynodon nlemfuensis* con *Leucaena leucocephala*, cuando paren con una entre 3 y 3,5 de condición corporal (CC) (en la escala de 0-5), tienen una producción de leche que es superior entre un 20 y un 25 % con respecto a las que paren con una 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 una CC entre 3,0 y 4,0 al compararse con una CC inferior a esta (López, 2002).

Tabla 2. Producción de leche en sistemas asociados con árboles

Autor	Ubicación	Fecha	Sistema	Tratamiento	Comportamiento (kg animal día ⁻¹)	Suelo	Carga (*UGM/ha)	Raza
Sánchez-Santana, (2007); Sánchez-Santana, et al. (2008) y López, et al. (2012)	<i>Empresa Genética de Matanzas</i>	2002-2006	<i>L. leucocephala</i> + <i>C. nleunfuenis</i> + <i>Megathyrus maximus</i>	Bimestre de producción y efecto época (PPLL y PLL)	9,0-10,0	Pardo con carbonato	1,5-1,8	Mambí de Cuba
Hernández, et al. (1998); Hernández, et al., (2011)	EEPFIH	1991-1998	<i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham, <i>Stylosantes guianensis</i> cv. CIAT-184, <i>Neonotonia. wightii</i> cv. Tinaroo, <i>Teramnus. labialis</i> cv. Semilla Clara, <i>Centrosema pubescens</i> cv. SIH-129 y <i>Megathyrus maximus</i> (una mezcla de los cvs. Likoni y SIH-127)	Tres Tratamientos: A Nivel alto de explotación B Nivel medio de explotación C Nivel bajo de explotación en un bloque alzar con tres repeticiones	10,0-11,0	Ferralítico Rojo	1,1-4,7 (en dependencia del tratamiento)	Cruce de Holstein x Cebú
Lamela, et al. (2010)	Empresa de Cítricos Victoria de Girón	2006-2008	<i>Leucaena leucocephala</i> + <i>Morus alba</i> + <i>Pennisetum purpureum</i>	Bimestre de producción y efecto época (PPLL y PLL)	9,9-10,0	Ferralítico Rojo lixiviado	10	Vacas cruce de Holstein x Cebú
López, et al. (2014); López, et al. (2015b)	EEPFIH	2014-2015	<i>Leucaena leucocephala</i> + <i>Cynodon nleunfuenis</i> + <i>Megathyrus maximus</i>	Un diseño Switch Back, con dos tratamientos: SS (sin suplementación) y CS (0,5 kg de concentrado por kilogramo de leche producido a partir del octavo litro)	9,7 y 9,8	Ferralítico Rojo	1,2	Vacas mestizas Holstein x Cebú
Sánchez-Santana, et al. (2015)	EEPFIH	2014-2015	<i>Leucaena leucocephal</i> + <i>Megathyrus maximus</i>	Diseño Switch Back y tres tratamientos: 60, 90 y 120 g de aditivo Sorbifauna.	12	Ferralítico Rojo		Vacas mestizas Holstein x Cebú

*UGM: Unidad de Ganado Mayor es equivalente a un bovino de 450 kg de peso vivo en Cuba

Fuente: Elaboración propia

Producción de carne en sistemas con asociación de gramíneas y árboles

La ceba vacuna en SSP con *Leucaena leucocephala* y pastos naturales y/o mejorados, principalmente con los genotipos Cebú y mestizos Cebú, permiten ganancias promedio individuales entre 0,420 y 0,780 kg animal día⁻¹ con cargas en el rango de 1,1 a 5,5 animales/ha (Simón, et al., 1990; Cardona y Suárez, 1996; Hernández, et al., 1996; Hernández, 2000; Castillo, et al., 2002; Hernández, et al., 2003). En los primeros estudios acerca de la ceba vacuna inicial en SSP con *Leucaena leucocephala* y pastos naturales, se obtuvieron ganancias individuales de 0,715 kg animal día⁻¹ y un incremento del 51 % en la producción de carne por hectárea con relación al control con pasto nativo (Hernández, et al., 1986). Mientras que, en la ceba final las ganancias en peso vivo (PV) en Cebú (0,419 kg animal día⁻¹) fueron superiores en un 73 % a las obtenidas con pasto natural (0,242 kg animal día⁻¹), y no difirieron del sistema con suplementación (0,409 kg animal día⁻¹) (Hernández, et al., 1987).

La evaluación de SSP con animales Cebú que iniciaron el pastoreo con un PV de 220-230 kg en cuatro sistemas que poseían *Megathyrsus maximus* y las leñosas: *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbek*, *Bauhinia purpurea*, (600-900 árboles/ha), y un control con gramíneas mejoradas, indicó que los sistemas con árboles aventajaron significativamente al control (0,541 vs 0,758 kg animal día⁻¹) (Hernández, 2000). El pastoreo comenzó cuando los árboles tenían una altura entre 1,3-3,0 m y con una densidad entre 600-900 árboles/ha; la gramínea cubrió cerca de 65 % del área. Los resultados en términos de ganancia diaria indican que los sistemas donde estaban presentes los árboles aventajaron significativamente al control basado en *Megathyrsus maximus*. También prueban que *Leucaena leucocephala* + *Megathyrsus maximus* fue el mejor sistema. Ello estuvo relacionado con la alta calidad de la gramínea y una mayor disponibilidad total de este sistema, lo que coincide con similares trabajos reportados con anterioridad (Tabla 3).

El comportamiento animal demostró la superioridad de los sistemas asociados sobre los sistemas tradicionales con insumos. Es importante reconocer que la inclusión de otras arbóreas en las investigaciones, en este caso *Albizia lebbek* y *Bauhinia purpurea*, evidenció una alta potencialidad de su uso para la ceba bovina. Según Iglesias, et al. (2006), los estudios realizados en Cuba con SSP para la producción de carne con animales mestizos Cebú permiten lograr ganancias acumuladas entre 0,492 y 0,623 kg animal día⁻¹, con un peso final al sacrificio de 357 a 414 kg/animal y una edad en el rango de 24 a 28 meses sin necesidad de usar alimentos suplementarios.

Por otra parte, cuando se utilizó *Andropogon gayanus* en pastoreo más un banco de proteína de *Leucaena leucocephala* y *Neonotonia wightii* en la ceba de machos Cebú, se alcanzó un peso vivo (PV) al sacrificio de 448 kg, con 29 meses de edad y ganancias promedio de 0,487 kg animal día⁻¹. Mientras en un SSP de *Leucaena leucocephala* y *Megathyrsus maximus* (sin suplementación), tuvieron ganancias de 0,429 kg animal día⁻¹ en el PPLL y una ganancia acumulada superior a los 0,620 kg animal día⁻¹, con PV por encima de 400 kg y con 26 meses de edad (Iglesias, et al., 2011). Sin embargo, en un estudio realizado por Díaz (2008) en un SSP con predominio de *Cynodon nlemfuensis* en asociación con *Leucaena leucocephala* y acceso a banco de biomasa de *Pennisetum purpureum* cv. CT-115 con un genotipo especializado en la producción de carne (Charoláis de Cuba) se obtuvo una ganancia media diaria acumulada superior a los 0,800 kg animal día⁻¹ con un peso al sacrificio de 445 kg a los 22 meses de edad y un rendimiento en canal de 57,2 %. Iraola (2013), al evaluar los indicadores productivos de bovinos mestizos Cebú en un sistema en base a pastos mejorados (*Cynodon nlemfuensis*, *Pennisetum purpureum* vc. CT-115 y *Brachiaria híbrido* vc. Mulato) con *Leucaena leucocephala* en el 50 % del área encontró una ganancia diaria acumulada de 0,718 kg animal día⁻¹, lo que representó un incremento de más del 65 % con respecto a la ganancia que se obtenía en esa misma área en un sistema de pastos degradados. Además, la edad y el peso al sacrificio fueron de 24 meses y 416,2 kg/animal, respectivamente; mientras que, la producción por hectárea fue de 749,1 kg, la cual está en el rango de 0,500 a 0,800 kg/ha planteado por Iglesias, et al. (2011) que se logra con estos sistemas en Cuba, lo que demuestra sus potencialidades para la producción de carne.

Sánchez-Santana, et al. (2016) desarrollaron una investigación en un SSP constituido por una asociación de *M. maximus* cv. Likoni con *L. leucocephala* cv. Cunningham con 20 años de establecida, una distancia entre surcos de 5 m y una densidad de 236-364 plantas/hectárea. Para ello, evaluaron el efecto de un preparado de maíz y afrecho enriquecido con levadura torula como suplemento energético-proteico (al 20 % de los requerimientos de proteína cruda) en dietas de toros Holstein x Cebú en la fase de ceba final. Como resultado obtuvieron ganancias de peso superiores a 1,0 kg animal día⁻¹ (1,08) en animales que recibieron 1,0 kg del suplemento; mientras que, los animales que no se suplementaron manifestaron en este sistema una ganancia media diaria de 0,846 kg animal día⁻¹, siendo en este caso la energía el factor limitante para obtener ganancias superiores. Dichas ganancias son superiores a las que se obtuvieron en los trabajos realizados en Cuba descritos con anterioridad, no obstante, se demuestran que la inclusión de los SSP tiene efectos beneficios en el comportamiento

productivo y en todos los casos superior a los sistemas de monocultivo y las diferencias encontradas, depende del racial empleado, la carga, del manejo y las condiciones edafoclimáticas del estudio.

Tabla 3. Producción de carne en sistemas con árboles

Autor	Ubicación	Fecha	Sistema	Tratamiento	Comportamiento (kg animal día ⁻¹)	Suelo	Carga (*UGM/ha)	Raza
Hernández (2000); Hernández, et al. (2001)	EEPFIH	1993-1997	Cuatro sistemas productivos: pasto solo y <i>A. lebbeck</i> , <i>Bauhinia purpurea</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> asociadas con pasto	A) pasto solo y B) <i>Albizia. lebbeck</i> asociadas con pasto, C) <i>Bauhinia purpurea</i> asociadas con pasto y C) <i>Leucaena leucocephala</i> asociadas con pasto	0,541 vs 0,758	Ferralítico Rojo	3 animales/ha	Cebú comercial
Iglesias (2003); Iglesias, et al. (2006) e Iglesias, et al., 2011	EEPFIH	1998-2003	A. Banco de proteína de <i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham, con <i>Megathyrsus maximus</i> likoni y las leguminosas rastreras + <i>Megathyrsus maximus</i> likoni fertilizada con 80 kg de N/ha en el 75 % del área restante, B) Asociación de <i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham con <i>Megathyrsus maximus</i> cv. Likoni y las leguminosas rastreras y 3. Sistema tradicional de pastoreo con <i>Megathyrsus maximus</i> en toda el área, fertilizada con 80 kg de N/ha.	Tres tratamientos: A) Sistema de Banco de Proteína y/o B) Sistema de Asociación en el 100 % del área, comparados con un C) control de gramíneas fertilizadas;	0,538; 0,555-0,623, B y A, respectivamente	Ferralítico Rojo	2,5 UGM/ha	Toros Cebú comercial
Sánchez-Santana, et al. (2016)	EEPFIH	2015-2016	<i>Megathyrsus maximus</i> cv. Likoni con <i>Leucaena leucocephala</i> cv. Cunningham	Se utilizaron 24 toros del cruce Holstein x Cebú (365 kg de PV y 24 meses de edad), que se distribuyeron en dos grupos de 12 animales de forma aleatoria: un grupo control, que no recibió suplementación	1,0	Ferralítico Rojo	1,1 UGM/ha	Toros Holstein x Cebú

Conclusiones

Las investigaciones realizadas en los últimos 25 años muestran que los SSP tienen potencialidades para la producción bovina en Cuba. Las asociaciones de gramíneas mejoradas y árboles presentan una alta disponibilidad de materia seca y persistencia del pastizal, con valores de PB en las gramíneas mejoradas superiores en dos unidades porcentuales a los del monocultivo, sin la aplicación de riego ni fertilizantes químicos. Estos resultados demuestran que es posible desarrollar, mediante la utilización de adecuados suplementos energético-proteicos, o con el uso de asociaciones de gramíneas y leguminosas en toda el área o bancos de proteína, sistemas de crianza para hembras en desarrollo que permitan ganancias de peso vivo satisfactorias hasta su incorporación a la reproducción y, por consiguiente, obtener partos más tempranos. En este sentido, el uso de sistemas con leguminosas, tanto rastrero como arbustivo, propicia el ahorro de los suplementos y del fertilizante nitrogenado, lo que los convierte en sistemas más viables desde el punto de vista económico. Los resultados que se obtiene son de importancia en el contexto cubano en términos de seguridad alimentaria ya que aumenta la producción de leche con vacas de mediano potencial que se traduce en más disponibilidad de este alimento para la población. En la actualidad los SSP es una opción para la producción de bovina en Cuba debido a que es superior en diversidad a las pasturas en monocultivos, propicia la obtención de resultados satisfactorios en la producción de carne y leche.

Contribucionse de autores

Contribuyo a la concepción y diseño: T Sánchez-Santana, O López-Vigoa, JM Iglesias-Gómez, L Lamela-López, M Soca-Perez

Contribuyo a la adquisicion de datos: T Sánchez-Santana, O López-Vigoa, JM Iglesias-Gómez, L Lamela-López, M Soca-Perez

Contribuyo al analisis e interpretacion de datos: T Sánchez-Santana, O López-Vigoa, JM Iglesias-Gómez, L Lamela-López, M Soca-Perez

Redacto y/o reviso el articulo: T Sánchez-Santana, O López-Vigoa, JM Iglesias-Gómez, L Lamela-López, M Soca-Perez

Aprobo la version final para esta publicacion: O Alonso-Amaro [not an author]

Reconocimientos

Los autores quieren agradecer al comite editorial de la revista *Pastos y Forrajes* (Pasture and Forage), quien hizo disponible todas las publicaciones relvantes. En particular, queremos agradecer a MSc. Nayda Armengol López, Editora Asistente de la revista.

Intereses que Compiten

Los autores declaran que no existen intereses que compiten.

Literatura Citada

Alonso-Domínguez, G., 2011. Enfrentamiento al cambio climático en Cuba. *Revista ACPA*, no. 1, pp.3-6. Disponible en:

<http://www.actaf.co.cu/revistas/Revista%20ACPA/2011/REVISTA%2001/03%20ENFRENTAMIENTO.pdf>. [Citado en Octubre 19, 2018].

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

Alonso, O., Lezcano, J.C. y Milera, M., 2011a. El contexto fitosanitario en sistemas de pastoreo racional con gramíneas y en silvopasturas. En: M. Milena, ed. 2011. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: SOCUP, ACPA, EEPF Indio Hatuey. pp.443-465.

Álvarez, J.L., 1997. La condición corporal en la hembra bovina. *Rev. Salud Anim.*, 19, pp.37-45.

Anon., 1980. Muestreo de pastos. En: EEPF Indio Hatuey, *Taller del IV Seminario Científico de la EEPF Indio Hatuey*. Matanzas. Cuba, FECHA.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC), 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Cardona, M. y Suárez, S., 1996. Utilización de leucaena en bancos de proteína y en asocio con gramíneas. En: C. Uribe y F. Álvaro, eds., 1996. *Silvopastoreo: Alternativa para mejorar la sostenibilidad y competitividad de la ganadería Colombiana. Compilación de las memorias de los seminarios internacionales sobre sistemas silvopastoriles 1995-1996*. Santa Fe de Bogotá: Corpoica. pp. 91-108.

Castillo, E., Ruiz, T.E., Elías, A., Febles, G., Galindo, J., Chongo, B. y Hernández, J.L., 2002. Efecto de la inclusión de un suplemento proteico-energético en el comportamiento de machos bovinos que consumen leucaena asociada con pasto estrella. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 36, pp.51-54.

Centro del Clima-Instituto de Meteorología, 2013. El clima de Cuba. Características generales. [online] Disponible en:

<http://www.met.inf.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TB1=CLIMAC&TB2=/clima/ClimaCuba.htm>. [Citado en Octubre 19, 2018].

CITMA, 2012. *Informe de Cuba a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el desarrollo sostenible Río+20*. [pdf] Disponible en: <http://www.medioambiente.cu/images/documentos/riomas.pdf>. [Citado en Octubre 19, 2018].

Díaz, A., 2008. *Producción de carne bovina en pastoreo con gramíneas y leguminosas*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de La Habana.

Guevara, R., Curbelo, L., Canino, E., Rodríguez, N.N. y Guevara, G., 1996. Efecto de la sombra natural de algarrobo común (*Albizia saman*) sobre los rendimientos y la calidad del pastizal. En: EEPF

Indio Hatuey, *Resúmenes. II Taller Internacional “Los árboles en los sistemas de producción ganadera”*. Matanzas, Cuba, 26-29 Noviembre 1996.

Harvey, C., 2006. La conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles. En: M. Ibrahim, J. Mora y M. Rosales, eds., 2006. *Memorias de una conferencia electrónica: “Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales”*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. pp. 23-27.

Hernández, A., Ascanio, M., Morales, M. y León, A., 2006. Diferentes etapas en la clasificación de suelos en Cuba. En: A. Hernández y M.O. Ascanio, eds. 2006. *La historia de la clasificación de los suelos en Cuba*. La Habana: Editorial Félix Varela. pp.11-56.

Hernández, C.A., Alfonso, A. y Duquesne, P., 1986. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas herbáceas. I. Ceba inicial. *Pastos y Forrajes*, 9(1), pp.79-88.

Hernández, C.A., Alfonso, A. y Duquesne, P., 1987. Producción de carne basada en pastos naturales mejorados con leguminosas arbustivas y herbáceas. II. Ceba final. *Pastos y Forrajes*, 10(3), pp.246-255.

Hernández, D., Carballo M., Reyes, F. y Mendoza, C., 1998. Explotación de un sistema silvopastoril multiasociado para la producción de leche. En: EEPF Indio Hatuey, *Memorias. III Taller Internacional Silvopastoril. “Los árboles y arbustos en la ganadería”*. Matanzas, Cuba, 23-27 Noviembre 1998.

Hernández, D., Carballo, M. y Reyes, F., 2011. Manejo racional de una multiasociación árboles-pastos. En: M. Milena, ed. 2011. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: SOCUP, ACPA, EEPF Indio Hatuey. pp.513-535.

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 Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal.

Hernández, I., Simón, L. y Duquesne, P., 1996. Comportamiento de toros de ceba en pastoreo de árboles leguminosos en asociación con guinea. En: EEPF Indio Hatuey, *Resúmenes. II Taller Internacional “Los árboles en los sistemas de producción ganadera”*. Matanzas, Cuba, 26-29 Noviembre 1996.

Hernández, I., Simón, L. y Duquesne, P., 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbeck*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. *Pastos y Forrajes*, 24 (3), pp.241-258.

Hernández, I., Simón, L. and Duquesne, P., 2003. Evaluación de las arbóreas *A. lebbeck*, *B. purpurea* y *L. leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. [online] Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/006/Y4435S/y4435s0b.htm>. [Citado en Octubre 19, 2018].

Herrera, R.S., 2006. Métodos de muestreo en pastos y suelo. En: R.S. Herrera, I. Rodríguez y G. Febles, eds. *Fisiología, producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás*. San José de las Lajas, Cuba: Instituto de Ciencia Animal. pp. 89-108.

- Ibrahim, M. y Mora, J., 2006. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios. En: M. Ibrahim, J. Mora y M. Rosales, eds., *Memorias de una conferencia electrónica: "Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales"*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. p 10.
- Iglesias, J.M., Matías, C. y Pérez, A., 2003. Cría de hembras en desarrollo bajo condiciones de silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*, 26(1), pp.35-46.
- Iglesias, J.M., 2003. *Los sistemas silvopastoriles, una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos*. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal.
- Iglesias, J.M., Simón, L. y García, R., 2009. Crianza de hembras de reemplazo del genotipo $\frac{5}{8}$ Holstein x $\frac{3}{8}$ Cebú en un sistema de asociación de pastos con árboles. *Pastos y Forrajes*, 32(1), p.55-64.
- Iglesias, J.M., Simón, L., Hernández, D., Hernández, I., Milera, M., Castillo, E. y Sánchez, T., 2006. Sistemas agroforestales en Cuba. Algunos aspectos de la producción animal. *Pastos y Forrajes*, 29(3), pp.1-12.
- Iglesias, J.M., Simón, L., Hernández, I., Castillo, E., Ruíz, T.E., Valdés, L.R., Hernández, C.A. y Milera, M., 2011. Sistemas de producción basados en pastos, forrajes y leñosas forrajeras para la ceba vacuna. En: M. Milena, ed. 2011. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: SOCUP, ACPA, EEPF Indio Hatuey. pp.547-558.
- Iraola, J., 2013. *Rediseño y manejo de un arreglo silvopastoril para mejorar la capacidad de carga biológica con ganado de engorde*. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal.
- Jalonen R., Nygren P. y Sierra J., 2009. Transfer of nitrogen from a tropical legume tree to an associated fodder grass via root exudation and common mycelial networks. *Plant Cell Environ*, 32(10), pp.1366-1376.
- Lamela, L., Soto, R.B., Sánchez, T., Ojeda F. y Montejo, I.L., 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), pp.311-321.
- López O., Simón, L., Lamela, L. y Sánchez, T., 2010. Evaluación productiva de hembras en desarrollo de genotipos lecheros en una asociación de gramíneas con leucaena. *Pastos y Forrajes*, 33(2), pp.203-211.
- 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. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria.
- López, O., Lamela, L., Montejo, I.L. y Sánchez, T., 2015b. Influencia de la suplementación con concentrado en la producción de leche de vacas Holstein x Cebú en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*, 38 (1), pp.46-54.

- López, O., Lamela, L., Montejo, I.L., Sánchez, T. y Olivera, Y., 2012. Influencia de la complementación de la dieta en la producción de leche de vacas Mambí de Cuba manejadas en un sistema silvopastoril. En: EEPF Indio Hatuey, *Memorias II Convención Internacional "Agrodesarrollo 2012"*. [CD-ROM]. Varadero, Cuba, 15-20 Mayo 2012.
- López, O., Olivera, Y., Lamela, L., Sánchez, T., Montejo, I.L. y Rojo, R., 2015a. 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*. En EEPF Indio Hatuey, *Memorias. III Convención Internacional "Agrodesarrollo 2014"*. [CD-ROM]. Varadero, Cuba, 21-23 Octubre 2014.
- López, O., Olivera, Y., Lamela, L., Sánchez, T., Montejo, I.L., Ronquillo, M. y Rojo-Rubio, 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), pp.426-434.
- Mahecha, L., Murgueitio, M.M., Angulo, J., Olivera, M., Zapata, A., Cuartas, C., Naranjo, J. y Murgueitio, E., 2011. Desempeño animal y características de la canal de dos grupos raciales de bovinos doble propósito pastoreando en sistemas silvopastoriles intensivos. *Revista colombiana de Ciencias Pecuarias*, 24(3). Solo Resumen. p.470.
- Milera, M.C., 2011. Cambio climático, afectaciones y oportunidades para la ganadería en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34(2), pp.127-144.
- Milera, M.C., 2013. Contribución de los sistemas silvopastoriles en la producción y la producción y el medio ambiente. *Avances en Investigaciones Agropecuaria*, 17(3), pp.7-24. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83728497002>. [Citado en Octubre 19, 2018].
- Martínez, J., Milera, M., Remy, V., Yepes, I. y Hernández, J., 1990. Un método ágil para estimar la disponibilidad de pasto en una vaquería comercial. *Pastos y Forrajes*, 13(1), pp.101-110.
- Milera, M., López, O. y 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), pp.382-391.
- MINAG, 2015. *Balance de uso y tenencia de la tierra*. 3ra ed. La Habana: Ministerio de la Agricultura.
- Murgueitio, E., Cuartas, C. y Naranjo, J.F., eds., 2008. *Ganadería del futuro. Investigación para el desarrollo*. Cali, Colombia: Fundación CIPAV.
- Murgueitio, E., Flores, M.X., Calle, Z., Chará, J.D., Barahona, R., Molina, C.H. y Uribe, F. 2015b. Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En: F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola y, B. Eibl, eds. 2015. *Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica. Informe Técnico 402*. Turrialba, Costa Rica: CATIE y Cali, Colombia: Fundación CIPAV. pp. 59-101.
- Nova, A., 2014. Un nuevo modelo cubano de gestión agrícola. *Temas*, no. 77, pp.84-91.
- Nova, A., 2016. La agricultura en Cuba. En: *Taller Nacional de Intercambio sobre agricultura sostenible*. Varadero, Matanzas, Cuba, 15 Octubre 2016.
- ONEI, 2015. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. En: ONEI, 2015. *Anuario Estadístico de*

Cuba 2014. La Habana: ONEI, pp. 223-250.

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

<https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=960>.

[Citado en Octubre 19, 2018].

Rois-Díaz, M., Mosquera-Losada, R. y Rigueiro-Rodríguez, A., 2006. *Biodiversity indicators on silvopastoralism across Europe. EFI Technical Report 21*. European Forest Institute, Finland:

European Forest Institute. Disponible en: http://www.fefr.org/files/attachments/publications/tr_21.pdf.

[Citado en Octubre 19, 2018].

Sánchez, T., Lamela, L. y López, O., 2010. Efecto de la suplementación con residuos de destilería del maíz en el comportamiento de novillas en una asociación de gramínea y leucaena. *Pastos y Forrajes*, 33(3), pp.323-332.

Sánchez-Cárdenas, S., Milera, M., Hernández, M., Crespo, G. y Simón, L., 2011. La macrofauna y su importancia en los sistemas de producción ganaderos. En: M. Milena, ed. 2011. *André Voisin: Experiencia y aplicación de su obra en Cuba*. Matanzas, Cuba: SOCUP, ACPA, EEPF Indio Hatuey. pp. 316-348.

Sánchez-Santana, 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.

Sánchez-Santana, T., Esperance, Y., Lamela, L., López, O. y Benítez, M., 2016. Efecto de la suplementación de un preparado de maíz y afrecho enriquecido con levadura torula en la dieta de toros en ceba final en silvopastoreo. *Pastos y Forrajes*, 39(4), pp.265-270.

Sánchez-Santana, T., Lamela, L., López, O. y Benítez, M.A., 2008. Comportamiento productivo de vacas lecheras Mambí de Cuba en una asociación de gramíneas y *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes*, 31(4), pp.371-388.

Sánchez-Santana, T., Lamela, L., López, O. y Benítez, M.A., 2015. Influencia del probiótico Sorbifauna en la producción y calidad de la leche de vacas mestizas en pastoreo. *Pastos y Forrajes*, 38(3), pp.183-188.

Sánchez-Santana, T., Lamela, L., Miranda, T., López, O. y Bover, K., 2011. Tecnologías alternativas: silvopastoreo. En: H. Ríos, D. Vargas y F.R. Funes-Monzote, eds. 2011. *Innovación agroecológica, adaptación y mitigación del cambio climático*. Mayabeque, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. pp. 157-174.

Sierra, J. y Nygren, P., 2006. Transfer of N fixed by a legume tree to the associated grass in a tropical silvopastoral system. *Soil Biology and Biochemistry*, 38(7), pp.1893-1903. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071706000708>. [Citado en Octubre 19,

2018].

- Simón, L., 2012. Del monocultivo de pastos al silvopastoreo: La experiencia de la EEPF “Indio Hatuey”. En: L. Simón, ed., 2012. *Silvopastoreo. Un nuevo concepto de pastizal*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. pp.11-24.
- Simón, L., ed. 2011. *El Silvopastoreo: Un nuevo concepto de pastizal*. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey.
- Simón, I., Hernández, I. y Duquesne, P., 1995. Efecto del pastoreo de *Albizia lebbbeck Benth.* (Algarrobo de olor) en el comportamiento de hembras bovinas en crecimiento. *Pastos y Forrajes*, 18(1), pp.67-72.
- Simón, L., Iglesias, J., Hernández, C.A., Hernández, I. y Duquesne, P. 1990. Producción de carne a base de pastoreo combinado de gramíneas y leguminosas. *Pastos y Forrajes*, 13(2), pp.179-187.
- Simón, L., Ugarte, J., González, I., Gutiérrez, A. y Iglesias, J.M., 1993. Crianza del bovino joven en pastoreo. En: EEFH Indio Hatuey, *Resúmenes Taller Internacional “Papel de los pastos y forrajes en la ganadería de bajos insumos*. Matanzas, Cuba, 9-12 Marzo 1993.
- Swaby, Y., Sardiñas, Y. y Oquendo, G., 2013. Evaluación de un sistema silvopastoril multiasociado a partir de especies adaptadas al agroecosistema centro de Holguín. En: ALPA y ACPA, *Memorias. XXIII Reunión de la Asociación latinoamericana de Producción Animal y IV Congreso Internacional de Producción Animal Tropical*. La Habana, Cuba, 18-23 Noviembre 2013.
- Vega-Albi, A.M., Lamela-López, L., Herrera, R.S., Torrez, V. y Santana, A.A., 2014. Evaluación de novillas *Charolaise* de Cuba en el Valle del Cauto en silvopastoreo y monocultivo. En. EEPF Indio Hatuey, *Memorias III Convención Internacional “Agrodesarrollo 2014”. Taller Internacional Árboles y arbustos en la producción ganadera tropical*. Varadero, Cuba, 21-23 Octubre 2014.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F. y Rojas, J., 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 29(4), pp. 383-419.
- Russo, R.O., 2015. Reflexiones sobre los sistemas silvopastoriles. *Pastos y Forrajes*, 38(2), pp.157-161.