

AIA



Avances en Investigación Agropecuaria

Universidad de Colima

revaia@uclm.mx

ISSN (Versión impresa): 0188-7890

MÉXICO

2008

G. Febles / T. E. Ruiz

EVALUACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS PARA SISTEMAS SILVOPASTORILES

*Avances en Investigación Agropecuaria*, enero-abril, año/vol. 12, número 001

Universidad de Colima

Colima, México

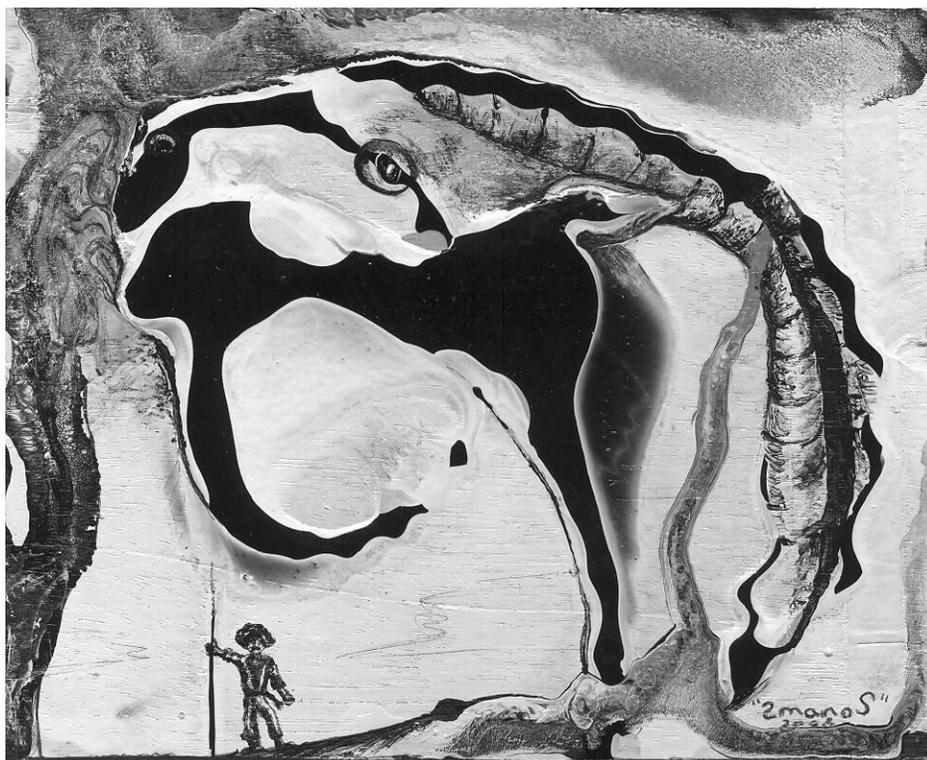
pp. 4-27

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Universidad Autónoma del Estado de México

<http://redalyc.uaemex.mx>





Título: *Tuga*

Técnica: Mixta (Automotiva con acrílica sobre madera)

Autor: Adoración Palma "2manos"

Año: 2008

---

4 • *AVANCES EN INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA*

Revista de investigación y difusión científica agropecuaria • 2008 • 12(1)

ISSN 0188789-0

# Evaluación de especies arbóreas para sistemas silvopastoriles\*

Evaluation of tree species for silvo-pastoral systems

Febles, G. y Ruiz, T. E.

Instituto de Ciencia Animal, Cuba

Correspondencia: gfebles@ica.co.cu

\*Conferencia presentada en el Taller sobre Metodología en Sistemas Agrosilvopastoriles o Agroforestería Pecuaria, 12 de mayo 2008. Dentro de la IV Reunión Nacional en Sistemas Agro-Silvopastoriles. Colima, México.

## Resumen

El presente trabajo hace particular hincapié en la evaluación de especies, y en este sentido, profundiza en los conceptos, extensión e importancia respecto del estudio de los árboles y arbustos. Se incursiona en la literatura nacional e internacional. Igualmente, se cita un grupo importante de instituciones nacionales que desarrollan investigaciones brindando informaciones relevantes de algunas de ellas. Se valora la esencia de la evaluación y de su ubicación no absoluta en la cadena productiva de los árboles y arbustos. Aporta información acerca de aquellas características que deben presentar los árboles para ser evaluados para los sistemas silvopastoriles. Manifiesta un grupo de indicadores indispensables por los que debe comenzar el proceso de valoración de especies vegetales arbóreas y arbustivas; como la supervivencia, el crecimiento, ataque de plagas y la aceptación por los animales como medidas relevantes. A partir de estos criterios es posible inferir la resistencia de estas plantas al estrés ambiental y la facilidad para adaptarse a la presión ambiental. Un grupo de resultados hacen posible conocer que algunos taxones tienen mayor plasticidad genotípica, por lo que muestran variabilidad y

## Abstract

The present work puts emphasize on the evaluation of species, and therefore deepens the concepts, extension and importance with respect to the study of the trees and shrubs, penetrating both the national and international Literature. Also, an important group of national institutions are mentioned that develop research, offering excellent information about them. The essence of the evaluation and its non absolute location in the productive chain of the trees and shrubs is studied. It contributes information about those characteristics that must be displayed by the trees to be evaluated for the silvo-pastoral systems. A group of crucial indicators by which the process of valuation of arboreal and bush vegetal species must begin, are shown, such as the survival, growth, attack of plagues and the acceptance by the animal. From these criteria, it is possible to infer the resistance of these plants to environmental stress and the facility to adapt to environmental pressure. A group of results shows that some taxones have more genotypical plasticity, which is evidence for variability and possibilities of constituting options that increase diversity and the use of these plants. The use of the trees for different productive

posibilidades de constituir opciones que aumenten la diversidad y el uso de estas plantas. Se informa también acerca del uso de los árboles para diferentes propósitos productivos dentro de la ganadería tropical.

#### *Palabras clave*

Evaluación, árboles, arbustos, silvopastoreo.

intentions within the tropical cattle ranch is also discussed.

#### *Key words*

Evaluation, trees, scrubs, silvopastoral.

## Introducción

El estudio integral de los árboles y arbustos es multidisciplinario y multinstitucional, y forma parte de una actividad diversa que es la Agroforestería, la cual se encuentra en auge creciente en áreas tropicales y templadas del mundo como una opción que constituye eficazmente a la sostenibilidad del entorno y para mitigar los efectos negativos de la desertificación y la sequía, así como para diversificar la ganadería, entre otros beneficios contenidos en los sistemas agroforestales [Murgueitio *et al.*, 1999; Carvalho *et al.*, 2003; Buurman *et al.*, 2004].

De ello se desprende la complejidad de los elementos a considerar en la evaluación de árboles y arbustos que se van a mencionar a continuación, de la manera más amplia posible, brindándole al productor, al docente y al investigador, indicadores necesarios para que las plantas que utilicen en sus áreas de investigación y de producción posean un equilibrio y adaptabilidad ambientales, de manera que se garantice y se prolongue su vida útil el mayor tiempo posible.

En trabajos anteriores [Febles y Ruiz, 2005; Febles *et al.*, 2006] indicaron que, desde el punto de vista etimológico, los términos evaluar y evaluación tienen un significado simple: se refieren a atribuir o fijar cierto valor a una cosa, juzgar, apreciar, estimar, calcular la calidad, cantidad o valor real [Anon, 1960; Anon, 1996]. Sin embargo, el desarrollo de la ciencia en la actualidad, le han asignado a la evaluación un significado más profundo y abarcador cuando se valora el comportamiento de especies y variedades de plantas y forrajes.

Este hecho se corrobora a partir de un análisis de la literatura nacional e internacional en diferentes países con respecto a las plantas arbóreas [Ibrahim y Mora, 2003; Murgueitio, 2003; Febles y Ruiz, 2003; Munroe *et al.*, 2004].

Los métodos de evaluación de plantas, por ejemplo, tienen una aplicación amplia [Chacón *et al.*, 2000] y una amplitud trascendente [Febles y Ruiz, 2003]. Su empleo ha sido una herramienta esencial de mejoramiento vegetal en áreas como América

Latina y el Caribe [Jaramillo, 1994; Murgueitio *et al.*, 1999; Toral, 2000; Cañadas y Siegmund-Schultze, 2004; Febles *et al.*, 2006 y Toral *et al.*, 2006].

De aquí se desprende la complejidad de los elementos conceptuales y de las metodologías a considerar en la evaluación de árboles y arbustos que se van a mencionar a continuación de la manera más clara posible.

El objetivo del presente trabajo es brindar información acerca de los elementos conceptuales que deben tener en cuenta para la evaluación de los árboles y arbustos. Igualmente, se ofrecen resultados relevantes encontrados por diferentes instituciones que laboran en la actividad de la agroforestería.

### *Elementos conceptuales*

La evaluación de especies no puede ser considerada como una disciplina o eslabón absoluto e independiente dentro de la ganadería. Más bien, cada etapa del desarrollo biológico de los árboles y arbustos tiene sus indicadores relevantes que deben tenerse en cuenta. Es decir, los diversos mecanismos existentes de evaluación de especies vegetales son depositarios de complejos mecanismos interactuantes, lo que indica que en la etapa inicial, el proceso de evaluación debe llevar consigo —si es posible— la definición de los propósitos productivos de cada especie o grupo de especies.

A este nivel, aspectos que expresan el comportamiento biológico tan trascendente como la adaptabilidad, la aptitud, la flexibilidad, la estabilidad, la plasticidad fenotípica, la variabilidad y la tolerancia con relación al medio, juegan un papel importante en cualquier análisis del tipo del que estamos valorando.

Las formas genotípicas más plásticas pueden colonizar una mayor escala de ambientes, mientras que aquellas otras que pueden tolerar estrechas diferencias de ambientes llegarán a tener una distribución más limitada.

La evaluación de especies lleva implícita, además, diversos mecanismos y medidas de discriminación. Deseamos dejar establecido que cuando hablamos de discriminación lo hacemos desde dos puntos de vista fundamentales [Ruiz *et al.*, 2003]:

a) Ordenar y seleccionar especies para diferentes propósitos productivos de uso directo en la ganadería y el mejoramiento varietal. Es decir, que el concepto que predomine sea conocer que la especie arbórea tenga un fin productivo útil.

b) Eliminar aquellas especies que no reúnan condiciones biológicas fundamentales (como la supervivencia, resistencia a plagas y enfermedades y el crecimiento sostenido) que sean capaces de soportar el estrés y la presión de selección y mantener un equilibrio ambiental.

Por otro lado, existen cuatro mediciones esenciales que se relacionan con la presión de selección ambiental y que requieren ser evaluadas y valoradas para la selección inicial de especies arbóreas. Estos son: el crecimiento inicial, la supervivencia, la aceptabilidad por el animal y la resistencia a plagas durante el establecimiento. Tales

mediciones requieren ser valoradas en su dimensión espacio-temporal. Esto es, no asumir valoraciones instantáneas y únicas.

Es igualmente imprescindible conocer y unir a las respuestas encontradas, la valoración del entorno ecológico en el cual se desarrollarán los taxones, ya que según sea la presión de selección ambiental, será la respuesta que se muestre, la cual puede variar dentro de determinados límites. Por esta razón, no sería desatinado resaltar e incluir, en estos procesos de selección, el estudio de la interacción genotipo-ambiente como una fase esencial del proceso.

Además, muchos productores e investigadores involucrados en prácticas forestales y de reforestación no disponen de suficiente semilla de calidad certificada, por lo que el desarrollo de esta actividad debe resaltarse y no puede valorarse aisladamente del proceso de evaluación y de selección. Igual desarrollo se requiere de la fisiología, la microbiología y la genética, donde esta última puede conducir a la obtención de especies y variedades con caracteres deseables y con una mayor fijeza genotípica.

La utilización de la estadística multivariada es esencial. Dentro de ella, el análisis de componentes principales permite reducir la dimensión de un problema. El agrupamiento de datos se puede lograr mediante el análisis de conglomerados. Cuando existe heterogeneidad entre especies es recomendable tratar de formar grupos afines por su similitud, de tal modo que su estudio permita llegar a alternativas técnicas que sean adecuadas a cada grupo.

Otros estudios matemáticos se relacionan con la valoración del crecimiento a partir de modelos como el exponencial, logístico, Gompertz y monomolecular.

Una integralidad mayor en la concepción de esta actividad, se logra a través de la concientización y el mejoramiento de las capacidades institucionales, en sentido general y en todas direcciones. Además, es esencial incluir los patrones y características socioculturales y su sinergia en donde los elementos precedentes deciden, y que seguramente, se tendrá el éxito de la selección y posterior utilización de estas especies.

Es nuestro criterio indicar, al unir todos los elementos planteados hasta aquí, que en la evaluación y selección de especies arbóreas para regiones particulares, se inicia el proceso de reforestación, ya que entendemos que “reforestar” no es solamente plantar un árbol, sino que es todo un proceso que se inicia, por lo general, en el vivero y termina cuando el árbol o arbusto se encuentre establecido y en equilibrio con el ambiente particular en el cual se desarrolla y a disposición del animal.

### *Características deseables que deben estar presentes en árboles y arbustos para la ganadería*

Un análisis global de la literatura nacional e internacional tropical y subtropical publicada en los diferentes eventos que se han llevado a cabo acerca de los sistemas

silvopastoriles en los últimos diez años, aproximadamente, en países como Brasil, Costa Rica, Venezuela, Colombia y Cuba principalmente, el conocimiento de la experiencia de nuestros ganaderos y campesinos, las encuestas participativas llevadas a cabo por instituciones estatales y privadas y la misma aplicación, con su consecuente lógica depreciación de la investigación a la práctica social, sugiere que los árboles y arbustos que puedan ser incluidos en las ecológicamente diversas áreas de la ganadería de nuestros países requieren de una serie de características que, de no estar presentes, pudieran impedir la inclusión, estabilización y explotación de los sistemas silvopastoriles.

No pretendemos dar una visión idealizada de la realidad biológica, ya que estos atributos no pueden estar siempre presentes con la intensidad deseada por el productor o investigador en nuestros sistemas ganaderos. Deseamos ofrecer una guía que sirva de punto de partida y de análisis de los elementos que deben ser tomados en consideración al introducir o seleccionar una especie arbórea.

En todos los casos, el objetivo esencial es que las plantas posean un suficiente equilibrio y adaptabilidad ambientales de manera que se pueda prolongar su vida útil el mayor tiempo posible. Estas características generales deben ser:

- Poseer crecimiento rápido en las primeras etapas de la plantación que influyan en un establecimiento seguro.
- Disponer de una adecuada habilidad competitiva contra las malezas.
- Mantener una alta productividad a las podas, cortes y pastoreos.
- Disponer de una buena adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas y ser compatible o tener efectos complementarios con las leguminosas y gramíneas que conviven con ellos en la misma área.
- No requerir de fertilizantes o disponer de cantidades mínimas.
- Ser resistentes a las enfermedades y plagas de otras plantas con las cuales crecen, particularmente gramíneas y leguminosas.
- Tener una buena producción de semillas o aceptable propagación vegetativa.
- Poseer habilidad para fijar nitrógeno.
- Disponer de habilidad suficiente para evadir los efectos de la intensidad de la sombra.
- Tener un profundo sistema radicular y pocas raíces superficiales.
- No presentar efectos alelopáticos sobre la vegetación del pasto base.
- Proporcionar suficiente hojarasca de rápida mineralización.
- Presentar una adecuada producción de follaje en la temporada poco lluviosa.

Si debajo de los árboles crecen, además, cultivos en algunos momentos de la implantación de los mismos, éstos deben tener:

- Una fronda que permita la filtración de suficiente luz para el crecimiento de los cultivos.

A estos elementos se adiciona un grupo que se relaciona con la nutrición y la fisiología del animal que, de no estar presentes, pudieran constituir impedimentos para la producción y el comportamiento del animal y éstos son:

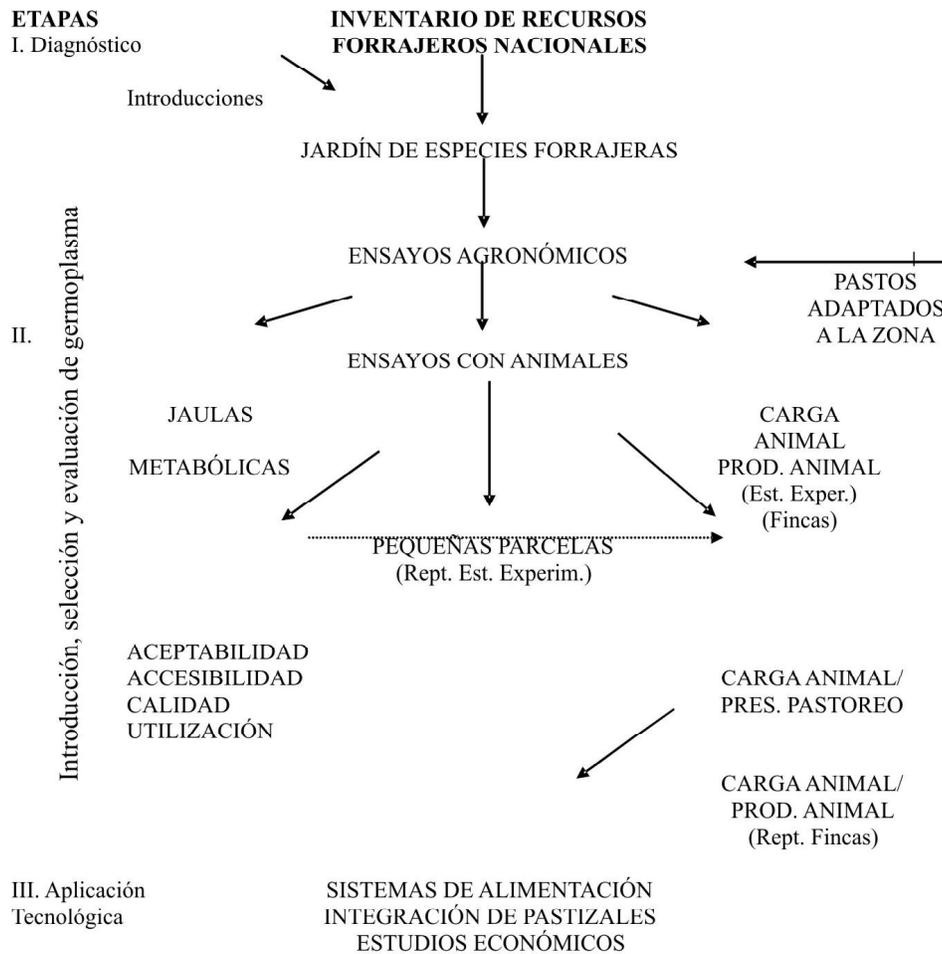
- Deficiente nitrógeno fermentable en la dieta de manera que dificulte una eficiente función ruminal.
- Baja tasa de pasaje de la digesta a través del rumen que cree limitaciones en el consumo voluntario.
- Inadecuado balance proteína/energía.
- Falta de suficiente proteína y energía.
- Límites en las proporciones de elementos antinutricionales debido al poco consumo voluntario.
- Presentar buen valor nutritivo, aceptable gustocidad y aceptabilidad por los animales.
- Deficiencias minerales que afecten la flora y la fauna ruminal y al animal.

#### *Algunas metodologías empleadas para la selección de árboles y arbustos*

En la última década, en todos nuestros países de América Latina y el Caribe, se han desarrollado infinidad de técnicas de evaluación y selección de especies con mayor o menor amplitud. Éstas comprenden diversos aspectos del tipo de comportamiento fenológico de las plantas, su fisiología, calidad, pruebas metabólicas, consumo, digestibilidad y otras en las que no vamos a entrar en detalles. Algunas de ellas pueden ser muy laboriosas, costosas y de larga duración, tratándose del material con el que se trabaja.

Un ejemplo amplio que contempla la selección de especies se muestra en la Gráfica 1 [Chacón, 1998]. El programa contempla la introducción de tecnologías sencillas, como prácticas de fertilización, ajuste de carga animal, subdivisión de potreros, manejo de la vegetación nativa, uso de suplementación estratégica y manejo de leguminosas herbáceas y arbustivas. Una condición fundamental es la selección de unidades de producción representativas del área ecológica. Esta metodología ha continuado desarrollándose en Venezuela [Chacón *et al.*, 2000].

Gráfica 1. Modelo de evaluación de leguminosas y gramíneas forrajeras.



[Chacón, 1998].

Otro ejemplo puede ser el desarrollo por Maldonado *et al.* [2000] en la zona de Tabasco, en México, que contiene aspectos de la composición nutritiva y factores antinutricionales, evaluación de la digestibilidad *in vitro* y la degradación *in situ* mediante técnicas modernas, consumo voluntario y ganancia de peso vivo. Se pudo caracterizar, en este sentido, *Erythrina americana*, *Morus alba* y *Albizia lebbek*.

Tanto para el trópico húmedo como para el trópico seco de México se han recomendado algunas especies de interés, cuyo comportamiento merece ser discutido y se ofrecen en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Especies con posibilidades a utilizar en las zonas del trópico húmedo y seco de México.

<b>Trópico húmedo</b>	<b>Trópico seco</b>
<i>Brosimum alicastrum</i>	<i>Lysiloma divaricata</i>
<b>(ramón u ojite)</b>	<b>(rajador)</b>
<i>Terminalia amazonia</i>	<i>L. acapulcensis</i>
<b>(sombbrero)</b>	<b>(tepehuaje)</b>
<i>Cedrela mexicana</i>	<i>Bursera simaruba</i>
<b>(cedro)</b>	<b>(chaca)</b>
<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
<b>(caoba)</b>	<b>(parota u orejón)</b>
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Pithecellobium flexicaule</i>
<b>(guanacastle o parota)</b>	<b>(ébano)</b>
	<i>Pithecellobium dulce</i>
	<b>(guamúchil)</b>
	<i>Tabebuia rosea</i>
	<b>(rosa morada)</b>
	<i>Prosopis juliflora</i>
	<b>(mezquite)</b>
	<i>Ipomea entrapilosa</i>
	<b>(palo bobo u ochote)</b>
	<i>Leucaena glauca</i>
	<b>(guaje)</b>

[Jaramillo, 1994].

Resultados más actuales de Ku Vera *et al.* [1999] han ampliado estos estudios y han llegado a recomendar, para el trópico mexicano, especies que pueden ser más utilizadas para la producción animal que las antes citadas, como: *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Leucaena leucocephala*, *Thitonia longiradiata*, *Calliandra houston* y otras.

No obstante, estas especies no pueden conducir a reglas fijas, pero es muy probable que algunas de ellas sirvan de comparación para cualquier prueba de selección en condiciones específicas.

Particularmente importantes son los trabajos de selección de especies para áreas degradadas desarrolladas en Brasil por Carvalho *et al.* [2001] donde se logran escoger un grupo de especies de importancia para esas zonas.

Otros trabajos de importancia en la evaluación de especies se reflejan en diversos países de la América Tropical, como los desarrollados en Argentina, Costa Rica, Honduras, Chile, Guatemala [Carranzas *et al.*, 2006; Mora *et al.*, 2006; Richers *et al.*, 2006].

Dentro de este contexto regional, una de las fortalezas fundamentales se puede apreciar a través del mejoramiento de las capacidades colectivas en las instituciones que favorecen y difunden el conocimiento. Algunos de estos ejemplos se pueden apreciar en el Centro Endógeno Demostrativo Agroforestal [Veiga, 2006] en Venezuela; en el Proyecto CATIE/Noruega, en Costa Rica, que tiene áreas pilotos en Guatemala, Honduras y Nicaragua [Flores, 2006]. Igualmente, el empleo de modelos agroforestales como una alternativa productiva para pequeños agricultores [García, 2006] y el Portal Tecnológico Forestal y Agroforestal de Difusión y Transferencia Tecnológica para pequeños propietarios [Valdevenita, 2006], ambos en Chile.

La participación del pequeño productor propietario y el empleo de la metodología de encuesta son un denominador importante de estas instituciones.

Cuba es uno de los países del área del Caribe que ha trabajado de manera significativa en la evaluación de especies arbóreas desde finales de la década de 1980 por varias instituciones gubernamentales, tanto dentro de la esfera de la investigación como en el trabajo extensionista de transferencias de tecnologías y de la impartición de diversos modelos educacionales. Esta experiencia ha sido transmitida a otros países del área, como México, Colombia, Venezuela, República Dominicana. Este hecho es de importancia, particularmente en el área caribeña donde predominan los pequeños estados insulares que constituyen ecosistemas frágiles y vulnerables al cambio climático, la desertificación y la sequía.

En Cuba, varias instituciones de los Ministerios de Educación Superior y de Agricultura han incursionado en esta actividad. Entre los mismos, se encuentran la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", el Instituto de Ciencia Animal, el Instituto de Investigaciones Forestales, el Instituto de Pastos y Forrajes, el Instituto Jorge Dimitrov, la Filial Universitaria de la Isla de la Juventud, la Universidad de Camagüey, la Estación Experimental de Sancti Spíritus, entre otras.

A continuación, se informará de algunos de los resultados investigados en estas instituciones acerca del tema objeto de este artículo. Muchos de ellos han sido encontrados en diversas regiones del país; es decir, no proceden de un mismo entorno, lo que hace más relevantes estos hallazgos.

El Instituto de Investigaciones Forestales ha desarrollado un amplio y variado trabajo en la evaluación de árboles. Los resultados se ubicaron en las Estaciones Forestales de Guisa, Villa Clara, Itabo y Viñales, en diferentes tipos de suelo [Calzadilla, 2004].

La evaluación de las plantaciones realizadas en bancos de proteína (Cuadro 2) muestra un mejor comportamiento en Piñón Florido (*G. sepium*), que a los 8 meses alcanza una altura de 2.11 m y del Mar Pacífico (*H. rosasinensis*) que al año de establecida alcanza 1.55 m (posteriormente, fue muy afectado por la bibijagua *Atta insularis*); en tercer lugar se ubica la Morera (*Morus sp*) que, con 1 año presenta una altura promedio de 0.95 m; a los 21 meses de edad, una altura media de 1.88 m, y a los 25 meses ya llega a 2.78 m, para una media total de 1.39 m/año.

Sin embargo, en la EEF Itabo, que sustenta un suelo Gley Oscuro Plástico concrecionario, donde se establecieron 204 plantas de *Morus nigra* en un área de 0.03 ha, con un marco de plantación de 1.0 x 1.5 m, se obtuvo un 91.7% de supervivencia. Otras especies forrajeras como *G. sepium*, han tenido buen comportamiento en este tipo de suelo.

En cuanto a la producción de biomasa, *Gliricidia sepium*, a los 8 meses, muestra rendimiento de 3.0 kg m<sup>2</sup> (30 t/ha) base masa verde: en un segundo corte, 3 meses después, 3.5 kg/m<sup>2</sup> (35 t/ha); y en un tercer corte, 4 meses después, 4.0 kg/m<sup>2</sup>, o sea, 40.0 t/ha, estimándose una producción de 65 t/ha/año de MV equivalente 16.8 t/ha/año de MS.

Cuadro 2. Comportamiento del desarrollo de las especies forrajeras en la EEF Guisa.

<i>Especie</i>	<i>Fecha de siembra</i>	<i>Fecha de medición</i>	<i>Edad (meses)</i>	<i>No. de plantas</i>	<i>Diámetro medio</i>	<i>Altura media (m)</i>
<i>Gliricidia sepium</i>	6/2000	2/2001	8	12	1.97	2.11
<i>Morus, sp</i>	5/1999	5/2000	12	20	-	0.95
		2/2001	21	16	-	1.88
		6/2001	25	18	-	2.78
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	6/2000	6/2001	12	20	-	1.55

[Calzadilla, 2004].

Además, se evaluó la producción de frutos de Algarrobo del país (*Samanea saman*) en la parcela Las Cabras, en Guisa y Oreja de negro (*Enterolobium cyclocarpum*); las mediciones muestran que árboles representativos, con edad media de 20-30 años de edad, de Algarrobo producen 103.0 kg/árbol/año, una densidad de 20 árboles/ha con la función principal de dar sombra a los animales, aportarían el equivalente a 2,060.0 kg/ha/año. Un árbol adulto de Oreja de negro aporta 313.5 kg/árbol, (20 árboles/ha aportarían 6,270.0 kg/ha/año); ambas especies, precisamente brindan sus frutos en los meses más críticos del periodo seco en Cuba; o sea, de febrero a abril. Los frutos de algarrobo presentan contenidos de 18% de proteína bruta y 10.9% de fibra bruta con una alta gustocidad por los azúcares que contiene; son ávidamente comidos por el ganado bovino y ovino. Las mediciones de la producción de frutos de estas dos especies en la EEF Villa Clara, mostraron valores de 0.63 t/ha y 0.86 t/ha en *S. saman* y *E. cyclocarpum*, respectivamente.

La composición química de los árboles muestreados se presentan en el Cuadro 3. Los resultados indican que los valores de energía bruta encontrados oscilan entre 16.06 MJ/kg. MS (valor inferior) para el follaje de *Samanea saman* y 19.29 MJ/kg. MS (valor superior) para el follaje de *Guazuma ulmifolia*; este follaje, a su vez, mostró el mayor contenido de extracto etéreo (5.1%).

El contenido de nitrógeno total (x 6.25), encontrados, sitúa al follaje de *Gliricidia sepium* como el más pobre (12.62%). A su vez, en el follaje de *G. sepium* y *A. procera*, se encontraron los niveles más bajos de fibra cruda (24.88% y 24.82%, respectivamente); en tanto que el mayor contenido de fibra se encontró en *G. ulmifolia* (36.25%), factor que limita su efectividad como forraje.

Los resultados indican que estas potenciales fuentes de alimento presentan niveles similares de minerales, destacándose, en ese sentido, con los mayores contenidos el follaje de *G. ulmifolia*. Por otra parte, los tenores de digestibilidad *in vitro* mostrados, resaltan el follaje de *G. sepium* como el de mayor digestibilidad para la materia orgánica, materia seca y nitrógeno. Finalmente, de ello se deriva que las plantas estudiadas presentan altas perspectivas para ser usadas como alimento de animales poligástricos.

Cuadro 3. Composición bromatológica de varias especies de uso potencial en sistemas silvopastoriles.

Elementos componentes	Especies arbóreas					
	S.	A.	G.	E.	A.	G.
%	<i>saman</i>	<i>falcataria</i>	<i>ulmifolia</i>	<i>berteroana</i>	<i>procera</i>	<i>sepium</i>
MS	45.38	51.07	56.57	41.05	29.90	37.77
MSR	96.90	92.45	96.82	97.90	94.30	95.40
CZ	6.92	11.76	4.45	8.35	4.45	11.60
Ca	2.39	3.22	3.00	1.58	1.01	1.43
Mg	0.33	0.30	0.41	0.40	0.27	0.38
Na	0.05	0.09	0.09	0.04	0.03	0.03
K	2.02	2.02	3.00	1.30	1.75	0.97
P	0.19	0.16	0.38	0.21	0.15	0.21
Nt	2.02	2.68	3.57	3.06	3.42	3.64
PB	12.62	16.75	22.3	19.3	21.37	22.75
FC	29.50	30.27	36.25	33.61	24.82	24.88

[Calzadilla, 2004].

MS (materia seca), MSR (materia seca residual), CZ (cenizas), Ca (calcio), Mg (magnesio), Na (sodio), K (potasio), P (fósforo), Nt (nitrógeno total), PB (proteína bruta) y FC (fibra cruda).

Paralelamente, se evaluó el componente forestal representado por una plantación de leguminosas arbóreas de uso múltiple, de 7 años de edad, que brinda servicios a los animales como sombra, enriquecimiento de nitrógeno al suelo (23.4 kg/ha de N) y mejora de los pastizales, así como el consumo de la regeneración natural, frutos y semillas.

De las especies establecidas, *L. leucocephala* alcanza la mayor altura con 9.63 m (1.37 m/año); *A. lebeck* 7.0 m (1.00 m/año) y *G. sepium*, 5.5 m (0.78 m/año) a los 8 años de establecidas, presentando el algarrobo de olor el mayor incremento en diámetro con 9.52 cm (1.36 cm/año).

En cuanto a la producción de biomasa (fuste+ramas+frutos) masa verde, fue superior la leucaena, con una producción de 50.6 kg/árbol, siguiéndole, en orden descendente, el Algarrobo de Olor (35.5 kg/árbol) y el Piñón florido con sólo 15.1 kg/árbol. Hay que destacar que la medición se realizó al principio del periodo lluvioso, cuando todavía las copas no habían desarrollado completamente. Esto representa una producción de bienes potenciales en madera, forraje y/o alimento para el ganado que se obtiene en el sistema silvopastoril, así como los servicios (sombra) y beneficios ambientales que genera el componente forestal.

Información procedente del Instituto de Pastos y Forrajes [Clavel *et al.*, 2004], entre otros, recoge información de la Estación Indio Hatuey e indican [Simón, 1998; Pentón, 2000; Pentón y Blanco, 2001] que sobre suelo Pardo cálcico, las especies

pratenses predominantes fueron los Panicum, Paspalum y Cynodon sp (cv jamaicano), algunos de los cuales se desarrollan bien bajo niveles de sombra, de hasta el 90%. Contrariamente, al evaluar la comunidad vegetal de un sistema pastoril de Leucaena, en suelo pardo con carbonato, se favoreció la aparición de las leguminosas volubles Teramnus y Glycine, debido a la inclusión de los árboles. Éstos sirvieron de tutores a las leguminosas y evitaron una excesiva defoliación por el consumo animal durante el pastoreo.

Sin embargo, y contrario a esta investigación, el exceso de sombra contribuyó al decrecimiento cuando las arbóreas sobrepasaron los 3 m de altura. Se concluye que el sistema asociado de gramíneas y leguminosas rastreras y arbóreas mantuvo una estable composición botánica y una adecuada disponibilidad de biomasa con esas condiciones. En opinión de Wilson *et al.* [1990], bajo condiciones de sombra se produce una mayor mineralización de la materia orgánica, lo que incrementa la concentración del nitrógeno y, por tanto, el contenido de proteína bruta de las gramíneas asociadas a las especies arbóreas. Este valor puede llegar a 10-14%, similar a cuando se emplearon dosis de entre 50 y 300 kg de N/ha/año.

Sólo Panicum y Paspalum se destacan en suelo húmico calcimórfico típico, aunque pueden presentarse bajo cualquier nivel de sombra. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en suelo Ferrálico Rojo hidratado. Con la arbórea *A. lebbeck* se señala que la elevada adaptación de *P. maximum* a la reducción de la luz, con el consiguiente aumento de los indicadores de calidad, especialmente proteína bruta (PB) y ceniza total, se debió, además, a la capacidad de esa gramínea de extraer elevados niveles de nutrientes del suelo, y al aumentar la humedad, mejorar las condiciones físico-químicas de éste y se eliminan algunos factores de estrés bajo el dosel de los árboles.

La Estación de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” ha sido una institución destacada en la evaluación de arbóreas lo que se explica en los trabajos conducidos por Simón [1998] y Toral *et al.* [2006].

Se evaluaron 60 accesiones de arbóreas y arbustivas con el objetivo de seleccionar leñosas promisorias para la alimentación del ganado bovino, a partir de un proceso selectivo secuencial de un germoplasma colectado e introducido. La colecta del germoplasma potencialmente promisorio se realizó en varias regiones de Cuba, mientras que los ensayos experimentales fueron realizados en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”.

Se utilizaron —como variables la germinación, la supervivencia— el ataque de plagas y enfermedades, la altura, periodo de establecimiento, la producción de biomasa comestible, leñosa y total, el número de ramas, la dinámica de crecimiento de los rebrotes; y como indicadores de la composición bromatológica se estudiaron, en las

hojas y los tallos tiernos, los porcentajes de materia seca, fibra bruta, proteína bruta, calcio y fósforo.

Los resultados experimentales en viveros manifestaron una alta variabilidad entre las accesiones y sobresalieron cuatro accesiones de *Bahinia* y una de los géneros *Albizia*, *Enterolobium*, *Gliricidia*, *Guazuma*, *Lonchocarpus*, *Schizolobium*, *Morus* y *Trichantera*. Existen diferencias entre y dentro de las accesiones evaluadas en cuanto al comportamiento de la etapa de establecimiento; trece accesiones de *Leucaena*, siete de *Albizia*, seis de *Bahinia*, dos de *Enterolobium*, dos de *Cassia* y una de los géneros *Albizia*, *Enterolobium*, *Eritrina*, *Gliricidia* y *Morus*.

A diferencia de los que ocurre con las plantas forrajeras herbáceas, los indicadores de la composición bromatológica tuvieron muy poca variación en sus valores. Otras informaciones se ofrecen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Evaluación de especies arbóreas durante la fase de establecimiento en la Estación Experimental “Indio Hatuey”.

<i>Especie</i>	<i>Supervivencia (%)</i>	<i>Meses para el establecimiento</i>	<i>Altura de establecimiento (m)</i>	<i>DAP al establecimiento</i>
<i>Albizia kalkora</i>	90	17	2.00	1.07
<i>Albizia lucida</i>	60	23	2.08	1.57
<i>Bahinia acuminata</i>	100	14	1.83	0.55
<i>Erythrina berteroana</i>	100	33	1.93	1.67
<i>Gmelina arborea</i>	100	12	2.06	1.81
<i>Moringa oleifera</i>	70	7	2.04	1.13
<i>Pithecelobium dircolor</i>	40	12	2.39	1.60
<i>Leucaena leucocephala</i> <i>cv cunningham</i>	100	20	2.03	1.00
<i>Lysiloma latisiliqua</i>	60	57	2.06	1.83

[Toral *et al.* 2006].

Por otro lado, la zona sur de la Isla de la Juventud es una de las áreas protegidas del país. Sin embargo, en ella se lleva a cabo un proyecto dirigido por la Filial Universitaria [Díaz, 2005]. En esta región del país existe una gran riqueza de especies autóctonas y naturalizadas que poseen nutrientes, los árboles abundan y muchos de ellos sirven de alimento al ganado bovino y monogástrico. Se han realizado colectas de importancia para su evaluación inicial que han incluido especies que, según los residentes del lugar, pueden ser utilizadas para la nutrición animal y maderable. En una búsqueda muy preliminar se han colectado especies de las familias *Ramnaceae*, *Leguminosae*,

*Euphorbiaceae*, *Sapotaceae*, *Sapindaceae*, *Ulmaceae*, *Burceraceae* y *Celastraceae*. Los géneros más preferidos por los animales son *Gymnanthes* sp, *Mastichodendron* y otros.

El Instituto de Ciencia Animal ha sido otra de las instituciones científicas nacionales que ha contribuido eficazmente al desarrollo de las investigaciones científicas acerca de los árboles, su evaluación y de su aplicación a la práctica social. Sus investigaciones han tenido un carácter integral multidisciplinario que se han extendido hasta el estudio de la fisiología y la bioquímica de animales, consumiendo este tipo de alimento [Chongo, 2003; Delgado, 2003 y Galindo, 2003] y la influencia de estas disciplinas en la producción de leche y carne bovina [Castillo, 2003; Jordán, 2003 y Mejías, 2003]. Además de la producción de biomasa, sombra, poda y otros estudios [Febles y Ruiz, 2003; Ruiz *et al.*, 2003 y Alonso, 2003].

Dentro de las primeras investigaciones [Ruiz *et al.*, 1993] se destaca la que se llevó a cabo con 90 accesiones y especies del género *leucaena* para diferentes propósitos productivos [Ruiz *et al.*, 1993]. Ver Cuadro 5.

Cuadro 5. Comportamiento y distribución de accesiones del género *leucaena* spp para diferentes propósitos productivos en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba.

<i>Usos</i>	<i>Inserción 1<sup>ra</sup> rama, cm a partir del suelo</i>	<i>Crecimiento/día (mm)</i>	<i>Número de ramas/planta</i>	<i>Peso/planta, gr MS</i>
<i>Leucaena leucocephala</i>				
Forraje	0-8	7-13	26-29	96-269
Pastoreo	0-2	4-5	17-24	100-166
Madera	0-4	9-14	11-23	71-81
<i>Leucaena macrophylla</i>				
Madera	40-46	7-10	7-15	90-120
<i>Leucaena shannonii</i>				
Madera	11	9	9	70

De esta forma, se pudieron definir las características que tenían cada una, lo que permitió que fueran ubicadas para propósitos productivos definidos.

Cuadro 6. Supervivencia y número de ramas de árboles de leguminosas creciendo en condiciones estresantes (180 días después de la siembra).

<i>Subfamilia</i>	<i>Especie</i>	<i>Supervivencia (%)</i>	<i>No. de ramas</i>
Mimosoideas	<i>Calliandra haematocephala</i>	95.8	7.6
Mimosoideas	<i>Leucaena leucocephala</i>	86.5	7.3
Mimosoideas	<i>Desmodium gyroides</i>	95.2	16.3
Mimosoideas	<i>Pithecellobium obovale</i>	80.0	3.8
Papilionadas	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	100.0	2.0
Papilionadas	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	100.0	3.0
Papilionadas	<i>Cajanus cajan</i>	95.0	8.5
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia monandra</i>	86.0	7.3
Cesalpinioideas	<i>Cassia fistula</i>	73.0	7.5
Cesalpinioideas	<i>Delonix sp.</i>	100.0	8.3
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia malabarica</i>	100.0	7.6

[Febles y Ruiz, 2003].

Una alta supervivencia (Cuadro 6) fue considerada, como un principio básico que incluía la leucaena como elemento de comparación. Hubo especies que mostraron un mayor número de ramas que la leucaena. En este sentido, merecen especial atención, por su buen comportamiento y supervivencia, *Desmodium gyroides*, *Bauhinia malabarica*, *Pterocarpus macrocarpus*, *Delonix sp.* Todas las especies crecieron bajo ambientes estresantes.

En el Cuadro 7, se ofrece otro criterio de evaluación, *Desmodium gyroides*, mostró los mejores resultados en el comportamiento del crecimiento, seguido de *Calliandra haematocephala* y *Bauhinia malabarica* que fueron tan agresivas como *Leucaena leucocephala*. Las especies del género *Albizia*, sobresalieron por su crecimiento, después de un año, que fluctuó entre 71 cm y 160 cm. Otras mediciones mostraron que el crecimiento diario varió entre 0.2 y 0.8 cm que fue algo mayor que leucaena, en algunos casos. Estas últimas informaciones no se presentan en los cuadros.

Cuadro 7. Crecimiento de árboles de leguminosas en condiciones estresantes en Cuba.

Subfamilia	Especies	Altura de la planta (cm) en días		
		0	180	360
Mimosoideas	<i>Calliandra haematocephala</i>	21.4	39.6	100.0
Mimosoideas	<i>Leucaena leucocephala</i>	29.0	79.4	101.1
Mimosoideas	<i>Desmodium gyroides</i>	49.1	85.0	200.0
Mimosoideas	<i>Pithecellobium obovale</i>	21.4	20.7	20.0
Papilionadas	<i>Lonchocarpus punctatus</i>	20.0	24.0	50.0
Papilionadas	<i>Pterocarpus macrocarpus</i>	35.0	72.0	80.0
Papilionadas	<i>Cajanus cajan</i>	33.6	106.1	105.0
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia monandra</i>	28.6	57.0	-
Cesalpinioideas	<i>Cassia fistula</i>	15.5	30.8	30.0
Cesalpinioideas	<i>Delonix sp.</i>	13.8	20.3	50.0
Cesalpinioideas	<i>Bauhinia malabárica</i>	32.3	55.0	100.0

[Febles y Ruiz, 2003].

Por otro lado, en un estudio a largo plazo (cuatro años) donde se midió el comportamiento frente al animal y otros atributos de especies destacadas, empleando alta carga, sobresalió un grupo importante (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Comportamiento de la supervivencia (%) y la altura (cm) de especies de la subfamilia Mimosoideas durante cuatro años creciendo en condiciones de estrés en campo.**

<i>Especies</i>	<i>Muestras</i>							
	<i>1</i>	<i>3</i>	<i>5</i>	<i>7</i>	<i>9</i>	<i>11</i>	<i>13</i>	<i>15</i>
<b><i>Supervivencia (%)</i></b>								
<i>Calliandra haematocephala</i>	100	75	75	25	25	25	25	25
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Adenantha pavonina</i>	20	-	-	-	-	-	-	-
<i>Albizia lebbekoides</i>	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Albizia amara</i>	87	87	66.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
<i>Albizia lucida</i>	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Albizia caribaeae</i>	91	91	82.6	82.6	74.0	43.4	43.4	43.4
<b><i>Altura (cm)</i></b>								
<i>Calliandra haematocephala</i>	-	18.5	33.3	-	80.0	-	-	120.0
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	-	30.5	45.0	-	211.6	-	-	626.6
<i>Adenantha pavonina</i>	-	21.3	27.0	-	42.1	-	-	120.0
<i>Albizia lebbekoides</i>	-	37.1	49.3	-	600.0	-	-	800.0
<i>Albizia amara</i>	-	25.3	37.1	-	115.0	-	-	195.0
<i>Albizia lucida</i>	-	69.1	97.1	-	143.5	-	-	107.1
<i>Albizia caribaeae</i>	-	22.3	29.5	-	105.3	-	-	322.3

[Febles y Ruiz, 2003].

Otros estudios formaron parte de un sistema de evaluación de especies de árboles de la familia Leguminosae principalmente, que lograron sobrevivir y crecer satisfactoriamente en condiciones de campo [Febles y Ruiz, 2003]. Se destacaron especies de los géneros Albizia, Enterolobium, Bauhinia, Colvillea y Erythrina, entre otros. Estas plantas fueron capaces de soportar la presión de selección ambiental. El presente estu-

dio ha permitido valorar la posibilidad de iniciar estudios superiores con estas especies. Otras investigaciones (Cuadro 9) pudieron definir aquellas especies capaces de resistir el ataque de la plaga bibijagua (*Atta insularis*) [Febles *et al.*, 2005].

Cuadro 9. Especies de árboles resistentes a la plaga de *Atta insulares*.

<i>Especies</i>	<i>Especies</i>	<i>Especies</i>
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	<i>Albizia caribaeae</i>	<i>Pongamia pinnata</i>
<i>Adenantha pavonina</i>	<i>Sophora tomentosa</i>	<i>Erythrina poeppigiana</i>
<i>Bauhinia purpurea</i>	<i>Ormosia panamensis</i>	<i>Pithecellobium dulce</i>
<i>Lonchocarpus punctatus</i>	<i>Siderocarpus flexicaulis</i>	

Estos resultados novedosos muestran una respuesta diferenciada entre especies, lo que es indicativo de que algunos taxones fueron más adaptables, tolerantes y flexibles al medio, mostrando su plasticidad genotípica. El medio se caracterizó por un suelo de mediana fertilidad, donde no se aplicó riego ni fertilización en ningún momento.

Para terminar, el Cuadro 10 ilustra la distribución de algunas especies en cuanto a su aceptabilidad por los animales.

Cuadro 10. Aceptabilidad por los animales de especies arbóreas.

<i>Especies</i>	<i>Rango de consumo por animales bovinos</i>					
	1	2	3	4	5	6
Gmelina arborea						X
Lysiloma bahamensis						X
Albizia falcataria		X				
Albizia lucida				X		
Albizia lebbekoides				X		
Azadirachta indica					X	
Picodendron macrocarpus						X
Gliricidia sepium		X				
Colvillea racemosa		X				
Erythrina mysorensis			X			
Bauhinia tomentosa			X			
Bauhinia acuminata			X			
Moringa oleifera						X
Peltophorum spp						X
Enterolobium contortisiliquum						X
Acacia cornígera						X

1 muy consumida, 6 no consumida.

En fecha reciente [Anon, 2006] se celebró en Cuba el IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria y Sostenible y el III Simposium sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible. Este evento tuvo una amplia representación, destacándose la participación de investigadores de todo el mundo. Un análisis de la información brindada por González [2006] comprueba y argumenta acerca de las necesidades y características de adopción e investigación de los SAF; éstos varían en función del clima y las condiciones ambientales (altitud, latitud, suelo, relieve, temperatura, humedad, biodiversidad potencial), de la perspectiva geográfica o de desarrollo socio económico (países desarrollados *vs* países en vías de desarrollo) del enfoque de agricultura de subsistencia, agricultura intensiva o protección medio ambiental, de la escala de producción de la factibilidad y conciencia de la integración agricultura-ganadería, etcétera. Un enfoque positivo y de mucha actualidad mundial de esta actividad científica es cuando aborda el papel de los SAF en la lucha contra la desertificación y la sequía [Febles *et al.*, 2006].

Si trasladamos estos criterios a un contexto particular, coincidimos en que el sector ganadero desempeña un papel clave en la alimentación de la población; sin embargo, en la actualidad, en áreas tropicales y templadas se está trabajando para un cambio de paradigma, en el cual las tecnología y los sistemas de producción sostenibles están ocupando un espacio, aunque a un ritmo lento y pueden competir con los sistemas intensivos más agresivos y basados en el uso de altos insumos externos.

## Consideraciones finales

Los sistemas de evaluación de especies son mecanismos que, en su conjunto, presentan complejas interacciones. Los trabajos, en general, no han podido integrar un elevado número de factores, por lo que las investigaciones ofrecen datos parciales en muchos casos.

A través de las páginas de este material se ha podido constatar que la evaluación de especies no puede ser considerada como una disciplina o eslabón absolutos e independientes dentro de la ganadería. Más bien, cada etapa del desarrollo biológico de los árboles y arbustos; en este caso, tiene sus indicadores relevantes a tener en cuenta. Es decir, los diversos mecanismos existentes de evaluación de especies vegetales son depositarios de complejos mecanismos interactuantes, lo que indica que en la etapa inicial el proceso de evaluación debe llevar consigo —si es posible— la definición de los propósitos productivos de cada especie o grupo de especies. A este nivel, deseamos resaltar que es fundamental definir los sistemas de análisis estadísticos, en estos casos, que nos pueden dar ideas más precisas cuando trabajamos con un material de características biológicas tan complejas donde el mejoramiento vegetal, por cualquiera de las vías de la genética, están en sus comienzos.

Es igualmente imprescindible conocer y unir a las respuestas encontradas, la valoración del entorno ecológico en el cual se desarrollarán los taxones, ya que —según sea la presión de selección ambiental— la respuesta que se muestre puede variar dentro de determinados límites. Por esta razón, no sería desatinado resaltar e incluir en estos procesos de selección, el estudio de la interacción genotipo-ambiente como una fase esencial del proceso.

Por otro lado, la información de la literatura, la envergadura de los trabajos y su diversidad indican el desarrollo de una profusa investigación científica. Sin embargo, sería muy recomendable que se hicieran esfuerzos conjuntos de carácter multinstitucional y multidisciplinarios para lograr y conformar tecnologías que cubran todos los espacios que permitan su aplicación y extensión a la práctica social. No se debe olvidar que prácticamente sólo *Leucaena leucocephala* dispone de esta tecnología integral.

Además, muchos productores e investigadores involucrados en prácticas forestales y de reforestación no disponen de suficiente semilla de calidad certificada por lo que el desarrollo de esta actividad debe resaltarse y no puede valorarse aisladamente del proceso de evaluación y de selección. Igual desarrollo se requiere de la fisiología, la microbiología y la genética, donde esta última puede conducir a la obtención de especies y variedades con caracteres deseables y con una mayor fijeza genotípica.

## Literatura citada

- Anon, 1960. *Nuevo pequeño Larousse*. Librería Larousse. París. 422 pp.
- Anon, 1996. *Cambridge Int. Dictionary of English*. Camb. Univ. Press. England.
- Anon, 2006. *Memorias IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible*. E. E. I. H., Cuba.
- Alonso, J. 2003. *Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena (Leucaena leucocephala vc Perú) y guinea (Panicum maximum vc Likoni)*. Tesis en opción al grado de Dr. en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.
- Buurman, P.; Ybrahim, M. and Amezquita, M. 2004. *Mitigation of greenhouse gas emission by tropical silvopastoral systems: Optimism and facts*. 2nd. International Symposium on silvopastoral systems. Univ. Autónoma de Yucatán. México. 62 pp.
- Calzadilla, E. 2004. *Aplicación de técnicas agrosilvopastoriles en áreas con limitaciones productivas*. Informe Final de Proyecto. Instituto de Investigaciones Forestales. La Habana. Cuba.
- Cañadas, A. and Sigmund-Schultze, M. 2004. *Potencial legumes to improve livestock production and biodiversity in the traditional silvopastoral systems in Ecuador*. Ed. L. T'Manetje, L. Ramires. Yucatán, México. 221.
- Carvalho, M.; Xavier, D. e Alvim, M. 2003. *Uso de leguminosas arbóreas na recuperacao e sustentatividades de pastagens cultivadas*. EMBRAPA gado de Leite. Brasil. Internet. 19: 11: 03.
- Carvalho, M.; Alvim, M. and Xavier, D. 2001. *Use of tree legumes for the recovery of degraded pastures in Brazil*. Symposium on silvopastoral systems. Costa Rica. 12 pp.
- Carranza, C.; Ledesma, M.; Gyenge, J. y Fernández, M. 2006. *Modelo de simulación de sistemas silvopastoriles. Módulo Chaco*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey, Cuba. 62 pp.

- Castillo, E. 2003. *Sistemas silvopastoriles para la alimentación del ganado bovino para engorda*. En: Memorias del curso. Instituto de Ciencia Animal. Tantakin. México. 14 pp.
- Clavel, N.; Muñoz, D. y Vieito, E. 2004. *Relaciones árboles/pastos en dos regiones ganaderas de Cuba*. II Efectos de los suelos y la sombra sobre el comportamiento de los pastos. Instituto de Pastos y Forrajes. La Habana. Cuba. 13 pp.
- Chacón, E. 1998. *La investigación con leguminosas arbustivas y arbóreas forrajeras en Venezuela. Enfoques metodológicos*. III Taller Internacional Silvopastoril. Indio Hatuey. Cuba Pág. 2.
- Chacón, E.; Soler, P.; Camacaro, S.; Baldizan, A. y Virguez, G. 2000. *Estrategia para la introducción, adopción y uso de leguminosas arbustivas para la producción en Venezuela*. IV Taller Internacional Silvopastoril. Indio Hatuey. Cuba. 257 pp.
- Chongo, B. 2003. *Composición química y factores antinutricionales en leguminosas tropicales arbustivas y arbóreas para rumiantes*. En: Sistemas Silvopastoriles, una opción sustentable. Memorias del Curso. Tantakin. México. 10 pp.
- Delgado, D. 2003. *El consumo voluntario en los sistemas agroforestales*. En: Sistemas Silvopastoriles, una opción sustentable. Tantakin. México. 8 pp.
- Díaz, J. 2005. *Evaluación en vivero de 18 especies de árboles forrajeros en las condiciones de la Isla de la Juventud*. Primer Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana. Cuba. 34 pp.
- Febles, G. y Ruiz, T. E. 2003. *Evaluación de especies arbóreas*. En: Sistemas Silvopastoriles, una opción sustentable. Instituto de Ciencia Animal. Tantakin. México. 6 pp.
- Febles, G. y Ruiz, T. E. 2005. *Evaluación de especies*. Primer Congreso Internacional de Producción Animal. La Habana. Cuba. 82 pp.
- Febles, G.; Achan, G., Torres, B.; Alonso, J.; Ruiz, T. E. y Noda, A. 2005. *Estudio preliminar acerca de la resistencia de especies arbóreas tropicales a la plaga de bibijagua (Atta insularis, Guer.)*. Foro de Ciencia y Técnica. La Habana. Cuba.
- Febles, G.; Ruiz, T. E. y Alonso, J. 2006. *Papel de los sistemas agroforestales en la mitigación de los procesos de desertificación y sequía*. Congreso latinoamericano de Agroforestería. Cuba. 117 pp.
- Febles, G.; Ruiz, T.E.; Calzadilla, E.; Clavel, N.; Alonso, J.; Díaz, J. y Toral, O. 2006. *Evaluación de especies arbóreas*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey, Cuba. 6 pp.
- Flores, J. 2006. *Caracterización de los productores ganaderos ubicados en la zona piloto del proyecto. CATIE/Noruega en Honduras: Definición de dominios de recomendación*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey, Cuba. 142 pp.
- García, Y. y Cruz, S. 2006. *La conservación de Quercus cubensis como una alternativa eficaz para mantener el ganado porcino en alturas de pizarras*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey. Cuba. 122 pp.
- Galindo, J. 2003. *Fermentación microbiana ruminal y pasaje hacia las partes bajas del tracto gastrointestinal de árboles y arbustos de leguminosas*. En: Memorias del Curso. Instituto de Ciencia Animal. Tantakin. México. 16 pp.
- González, E. 2006. *La investigación en agroforestería. Papel a escala global status actual y perspectivas futuras*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey, Cuba.
- Ibrahim, M. y Mora, D. 2003. *Criterios y herramientas para la promoción de una ganadería ecoamigable en el trópico americano*. Metodologías. En: Ganadería, desarrollo y medio ambiente. La Habana. Cuba. 13 pp.
- Jaramillo, V. 1994. *Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México*. SARM. México. 15 pp.
- Jordán, H. 2003. *Los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en bovinos y caprinos*. En: Memorias del Curso. Instituto de Ciencia Animal. Tantakin. México. 22 pp.

- Ku, J.; Ramírez, L.; Jiménez, G.; Alayón, J. y Ramírez, L. 1999. *Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico mexicano*. Univ. Yucatán, México.
- Mejías, R. 2003. *Sistemas de crianza de la hembra para el reemplazo en condiciones tropicales*. En: Memorias del Curso. Instituto de Ciencia Animal. Tantakin. México. 18 pp.
- Maldonado, M., Grande, D.; Aranda, E. y Pérez, G. 2000. *Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco*. México. IV Taller Internacional Silvopastoril. Indio Hatuey. Cuba. 175 pp.
- Mora, V.; Arronis, V. y Zúñiga, Y. 2006. *Emisión de metano por novillos suplementados por novillos alimentados con estiércol de cerdo en un sistema silvopastoril en el Caribe de Costa Rica*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey, Cuba. 110 pp.
- Murgueitio, E. 2003. *Investigación participativa en sistemas silvopastoriles integrados: la experiencia de CIPAV en Colombia. Metodología*. En: Ganadería, desarrollo sostenible y medio ambiente. La Habana. Cuba. 91 pp.
- Murgueitio, E.; Rosales, M. y Gómez, M. E. 1999. *Agroforestería para la producción animal sostenible*. CIPAV. Colombia. 10 pp.
- Munroe, T.; Petterson, B.; Ibrahim, M. and Harvey, C. 2004. *A biodiversity inventory and evaluation of forest and silvopastoral systems in Costa Rica*. 2nd. International symposium on silvopastoral systems. Univ. Autónoma de Yucatán. México. 117 pp.
- Pentón, G. 2000. *Nota técnica: Tolerancia del Panicum maximum vs likoni a la sombra en condiciones controladas*. Pastos y Forrajes. Cuba 24: 305.
- Pentón, G. y Blanco, F. 2001. *Influencia de la sombra de Albizia lebbek en la composición química del pastizal*. Pastos y Forrajes. Cuba 24: 305.
- Richers, B. y Pérez, E. 2006. *Topologías de productores ganaderos, cobertura arbórea y su uso en tres sistemas silvopastoriles en la subcuenca del Río Copan, Honduras*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey, Cuba. 132 pp.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Bernal, G. y Díaz, L. 1993. *Diferentes usos del género Leucaena para la agricultura cubana*. Primer Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. La Habana, Cuba. 37 pp.
- Ruiz, T. E.; Febles, G.; Jordán, H.; Castillo, E.; Galindo, J.; Chongo, B. y Delgado, D. 2003. *Los sistemas silvopastoriles para la producción de leche en bovinos y caprinos*. En: Memorias del Curso. Instituto de Ciencia Animal. Tantakin. México. 2 pp.
- Simón, L. 1998. *Los árboles en la ganadería. Tomo I. Silvopastoreo*. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 23 pp.
- Toral, O. 2000. *Utilización de leguminosas arbóreas en mezclas y asociaciones en sistemas silvopastoriles*. Informe Interno. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 7 pp.
- Toral, O.; Iglesias, M. y Reino, J. 2006. *Comportamiento del germoplasma arbóreo forrajero en condiciones de Cuba*. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. "Indio Hatuey". Cuba. 6 pp.
- Valdebenita, G. 2006. *Portal tecnológico forestal y agroforestal de difusión y transferencia tecnológica para pequeños propietarios en Chile*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. "Indio Hatuey", Cuba. 139 pp.
- Veiga, A. 2006. *Proyecto de extensión libre: Creación del centro endógeno demostrativo forestal*. IV Congreso latinoamericano para la producción pecuaria sostenible. Indio Hatuey, Cuba. 141 pp.
- Wilson, J.; Hill, K.; Cameron, D. and Shelton, M. 1990. *The growth of Paspalum notatum under shade of Eucalyptus grandis plantation canopy or in full sun*. Tropical Grassland. 24:24.

Recibido: Marzo 31, 2008

Aceptado: Abril 12, 2008