

Interrelation of indicators of management-plant health-conservation of forage resources in Cuban silvopastoral systems

Interrelación de indicadores del manejo-fitosanidad-conservación de recursos forrajeros en sistemas silvopastoriles cubanos

O. Alonso¹, J. C. Lezcano¹, Yohania Sanabria¹ and Moraima Suris²

¹*Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (EEPFIH), Central España Republicana, CP 44280. Matanzas, Cuba*

²*Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), Apartado 10, San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba
Email: osmel.alonso@ihatuey.cu*

In order to know how some management indicators of silvopastoral systems and their plant health contribute to the duration of the main forage species that form their associations, eight silvopastoral systems were sampled (six in Matanzas province and two in Mayabeque province). The botanical composition of grasslands was measured, as well as the amount of weeds, the associated entomofauna and its functional composition. Results indicated that, having a proper management in paddocks of silvopastoral systems, in paddocks 1, 2, 4, 6 and that of double purpose (bull fattening-seed production), there was an increase of the percentage of meadow species in the botanical composition and the density of leucaena trees per hectare was maintained. A similar performance was obtained with the presence of phytophagous and beneficial insects, mainly in these last, which prevented massive outbreaks of pests during the evaluated period. In the paddocks with SSP-4, 5, 6 and 7, where the percentage of natural grasses increased, there was also an increase of the number of weeds, which is an indicator of bad management in animal husbandry, although in some cases they can be used as shelter and/or food (pollen or nectar) for predators and parasitoids, as it happened in the SSP-4 and 6. It can be concluded that management indicators (necessary rest time of the grass, animal stay and proning labors), as well as the conservation of natural enemies in the favorable environment created for them, allowed to maintain the biological balance (without massive outbreaks of pests) in the areas during the evaluated period. They also contributed to the persistence in time of the permanent forage plant resources that compose these systems (in their majority), and to their economic and environmental sustainability.

Key words: *management, plant resources conservation, plant health, silvopastoral systems*

Introduction

The introduction of plants is considered one of the plant improvement methods with better scientific connotation, and, at the same time, one of the most dynamic and economic ones, because, with its use, similar results to those of a long and expensive program of genetic improvement are achieved, during a relatively short period. In addition, it contributes to the increase and conservation of plant diversity in different agro ecosystems, which is an imminent need nowadays.

However, *in situ* conservation of these resources is not always strictly fulfilled. When included in livestock production systems, as is the case of silvopastoral systems, no proper management is

Para conocer en qué medida algunos indicadores del manejo de los sistemas silvopastoriles y su fitosanidad contribuyen a que perduren en el tiempo las principales especies forrajeras que conforman sus asociaciones, se muestrearon en un año ocho sistemas silvopastoriles seis en la provincia de Matanzas y dos en Mayabeque. Se midió la composición botánica de los pastizales, la cantidad de las arvenses presentes y de la entomofauna asociada y su composición funcional. Los resultados indican que en los cuarterones de los sistemas silvopastoriles, donde hubo adecuado manejo, el 1, 2, 4, 6 y el de doble propósito (ceba de toros-producción de semillas), se incrementó el porcentaje de especies pratenses en la composición botánica y se mantuvo la densidad de árboles de leucaena por hectárea. Un comportamiento similar se obtuvo con la presencia de insectos fitófagos y benéficos, sobre todo de estos últimos, que impidieron brotes masivos de plagas en el periodo evaluado. En los cuarterones de los SSP-4, 5, 6 y 7, donde se incrementó el porcentaje de pastos naturales, también aumentó el número de arvenses, el cual en el ámbito ganadero es un indicador de mal manejo, aunque en algunos casos sirven de refugio y/o alimentación (polen o néctar) a depredadores y parasitoides, como ocurrió quizás en los SSP-4 y 6. Se concluye que los indicadores de manejo (tiempo necesario de reposo del pasto, estancia de los animales, labor de poda), así como la conservación de los enemigos naturales en el ambiente favorable que se crea para ellos, permitieron mantener el equilibrio biológico (sin brotes masivos de plagas) en las áreas durante el periodo de evaluación. Contribuyeron también, notablemente, a la persistencia en el tiempo de los fitorecursos forrajeros predominantes que componen estos sistemas (en su mayoría) y a su sostenibilidad económica y ambiental.

Palabras clave: *manejo, conservación de fitorecursos, fitosanidad, sistemas silvopastoriles*

Introducción

La introducción de plantas se considera uno de los métodos de fitomejoramiento de mayor connotación científica y, a la vez, uno de los más dinámicos y económicos, al lograr resultados similares a los de un programa de mejora genética largo y costoso en un periodo relativamente corto. Además, contribuye al incremento y la conservación de la fitodiversidad en los diferentes agroecosistemas, lo que es una necesidad inminente en la actualidad.

Sin embargo, la conservación *in situ* de esos recursos, no siempre se cumple rigurosamente. Cuando están incluidos en los sistemas de producción ganadera, como es el caso de los silvopastoriles, no se efectúa un manejo adecuado de manera reiterada, teniendo en consideración

repeatedly carried out, taking into account as many indicators as possible: pasture response to stocking rate under grazing, availability and quality of the used species, rest time, persistence of meadow and forage species in grazing, and height, time and frequency of tree cutting, among others stated by Milera *et al.* (2014). In addition, according to FAO reports in 2006, 90% of plant origin foods in the world are only based on 20 crops. This confirms the deficiencies in the management of plant resources (Agüero 2009), because that number should not have changed accordingly during the last years.

Therefore, the objective of this research was to know how some management indicators of silvopastoral systems (SSP) and their plant health contribute to the duration of the main forage species that form their associations in the time.

Materials and Methods

Three of the four evaluated varieties of *L. leucocephala* coincide with those registered as commercial in Cuba, according to CNSV (2012), although, in the 2006 version, it was also considered as cultivar variety CNIA-250.

Regarding the localization of productive systems, every plantation is settled in areas and enterprises representing the Cuban livestock sector. The first three and the last, at the Experimental Station of Pastures and Forages “Indio Hatuey”, the fourth in the Livestock Enterprise (EP) Genética de Matanzas and fifth in the EP “José Martí”, all in Matanzas province. While the sixth is located in the EP “Nazareno” and the seventh in the EP “Valle del Perú”, both in the province Mayabeque. (Table 1)

Management indicators of SSP were defoliation labors (pruning or cutting), rest time of paddocks after

la mayor cantidad de indicadores posibles: la respuesta de los pastos a la carga animal en pastoreo, la disponibilidad y calidad de las especies empleadas, el tiempo de reposo, la persistencia de las especies prateses y forrajeras en pastoreo; y la altura, momento y frecuencia de poda de la arbórea, entre otros relacionados por Milera *et al.* (2014). A esto se adiciona que, según informes de la FAO en 2006, 90 % de los alimentos de origen vegetal en el mundo se basan solo en 20 cultivos. Esto reafirma las deficiencias en el manejo de los fitorecursos (Agüero 2009), pues ese número no debe haber variado consecuentemente en los últimos años.

Por ello, el objetivo de esta investigación fue conocer en qué medida algunos indicadores del manejo de los sistemas silvopastoriles (SSP) y su fitosanidad contribuyen a que perduren en el tiempo las principales especies forrajeras que conforman sus asociaciones.

Materiales y Métodos

Tres de las cuatro variedades de *L. leucocephala* evaluadas coinciden con las registradas como comerciales en Cuba, según CNSV (2012), aunque en la versión de 2006, también se reconocía como variedad cultivada CNIA-250.

En cuanto a la localización de los sistemas productivos, todas las plantaciones se encuentran asentadas en zonas y empresas representativas del sector ganadero cubano. Los tres primeros y el último, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, el cuarto en la Empresa Pecuaria (EP) Genética de Matanzas y el quinto en la EP “José Martí”, todos de la provincia Matanzas. Mientras el sexto está ubicado en la EP “Nazareno” y el séptimo en la EP “Valle del Perú”, ambas de la provincia Mayabeque. (Tabla 1)

Los indicadores del manejo de los SSP considerados fueron: la labor de defoliación (poda o corte), el tiempo

Table 1. Evaluated production system

Productive System	Area (ha)	AE♦	Type of soil (Hernández <i>et al.</i> 2003)	Tree variety	Predominant grass (herbaceous stratum)
SSP-1	1.3	6	Lixiviated red ferrallitic	Peru	<i>Megathyrsus maximus</i> (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs
SSP-2	1.3			Cunningham	<i>M. maximus</i>
SSP-3	1.3			CNIA-250	Natural grasses
SSP-4	1.1	8	Carbonated brown	Cunningham	<i>M. maximus</i>
SSP-5	2.0		Sandy	Peru	<i>Digitaria decumben</i> Stent.
SSP-6	1.0		Brown gray	Ipil Ipil	<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst.
SSP-7	2.0		Carbonated brown	Ipil Ipil	Natural grasses
SSPDP	0.2	16	Lixiviated red ferrallitic	Peru	<i>M. maximus</i>

SSP: Silvopastoral System

SSPDP: double purpose SSP (bovine fattening-seed production)

AE: Exploitation years

Sowing date: 1994 (SSP-1, 2 and 3), 1996 (SSP-4, 5, 6 and 7) and 1986 (SSPDP)

♦From the second year of establishment up to the moment of evaluation

grazing and persistence of meadow and forage species in grazing. Pruning labors were carried out only to the 50 % of plants between 1.0 and 1.5 m during the dry season (from March to the beginning of May) in five leucaena plantations, belonging to SSP-1, 3, 5 and 6 and in the SSPDP. Pruning labors were not performed in SSP-2 and SSP-4 because there was no need of food for animals during this period. In SSP-7, it was not performed due to an improper management of the plantation, while during the rest time, it ranged between 28 to 45 d in the rainy period and from 49 to 66 in the dry period. In addition, there were neither organic or inorganic fertilization nor the application of biological and chemical products for pest control. The measures carried out were related to the botanical composition of grasslands, the amount of present weeds and associated entomofauna, and its functional composition. The first and second measuring were performed at the beginning of the experiment, and the last two during the months of higher presence of insects (March, May, October and November), determined in a previous study, carried out for three years in the SSP-1 and in SSPDP.

Botanical composition was determined by the step methods (regarding the percentage of predominant grass species) and tree density per hectare, was established using a cross multiplication (considering the length of furrows and the amount of plants within them). Weeds were determined using a frame of 1m² in five points of the field.

Insects were quantified every 15 d, before the entrance of animals to grazing, according to Nielsen (2003), after being captured by means of an entomological net in the tree and herbaceous stratum. An amount of 100 sweeps of the net in five points of the evaluated fields were carried out, which is equivalent to 25 m², according to Faz (1990). Functional groups (phytophagous and beneficial) of insect community were defined after identifying each species. Their function was determined according to the observation and information offered in literature about their feeding habits, specifically taking into account the criteria of Ruiz and Castro (2005).

Insects, as well as weeds, were moved to the lab of plant protection from the Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" for their identification, using taxonomical keys and the contribution of other specialists.

Results and Discussion

According to table 2, in SSP-1, 2, 4, 6 and SSPDP paddocks, where the days of stay of animals in the paddocks and the rest time of the grass were fulfilled, there was an increase of predominant meadow species (base grass) on the botanical composition. Density of leucaena trees per hectare was maintained. In SSP-3, with similar management, there was a decrease on the percentage of base grass, as well as on density and number of leucaena trees, due to plant mortality

de reposo de los cuarterones después del pastoreo y la persistencia de las especies pratenses y forrajeras en pastoreo. La poda se efectuó solo al 50 % de las plantas entre 1.0 y 1.5 m en el período poco lluvioso (PPLI) de marzo a inicios de mayo en cinco de las plantaciones de leucaena, correspondientes a los SSP-1, 3, 5 y 6 y en el SSPDP. Mientras, en el SSP-2 y SSP-4 no se hizo, por no existir necesidad de alimento para los animales en ese período. En el SSP-7 tampoco se realizó, debido a un manejo inadecuado de la plantación, mientras que el tiempo de reposo osciló de 28 a 45 d en el período lluvioso (PLI) y de 49 a 66 en el PPLI. Además, no se realizaron labores de fertilización inorgánica u orgánica ni se aplicaron plaguicidas químicos o biológicos.

Las mediciones realizadas se correspondieron con la composición botánica de los pastizales, la cantidad de las arvenses presentes y la entomofauna asociada y su composición funcional. La primera y segunda medición se realizaron al inicio del experimento, y las dos últimas en los meses de mayor presencia de insectos (marzo, mayo, octubre y noviembre), determinados en un estudio previo realizado durante tres años en el SSP-1 y en el SSPDP.

La composición botánica se determinó por el método de los pasos (teniendo en cuenta de manera diferenciada el porcentaje de las especies de pastos predominantes), y la densidad de árboles por hectárea, por regla de tres (tomando en consideración el largo de los surcos y la cantidad de plantas presentes en ellos). Las arvenses se determinaron con la utilización de un marco de 1 m² en cinco puntos del campo.

Los insectos se cuantificaron cada 15 d, antes de que entraran los animales a pastorear, de acuerdo con la propuesta de Nielsen (2003), después de ser capturados por medio de la red entomológica en el estrato arbóreo como en el herbáceo. Se realizaron 100 pases de la red en cinco puntos de los campos evaluados, lo que equivale a 25 m², según Faz (1990). Los grupos funcionales (fitófagos y benéficos) de la comunidad de insectos se definieron a partir de la identificación de cada especie. Su función se determinó según las observaciones realizadas y la información que ofrece la literatura acerca de su hábito de alimentación principal, específicamente se tuvo en cuenta el criterio de Ruiz y Castro (2005).

Los insectos como las arvenses se trasladaron al laboratorio de protección de plantas de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" para su identificación mediante las claves taxonómicas y la contribución de otros especialistas.

Resultados y Discusión

Según la información que se presenta en la tabla 2, en los cuarterones de los SSP-1, 2, 4, 6 y el SSPDP, donde se cumplió el tiempo de reposo del pasto y de los días de estancia de los animales en el cuarterón, se incrementó el porcentaje de especies pratenses predominantes (pasto base) en la composición botánica. La densidad de árboles de leucaena por hectárea se mantuvo. Mientras en el

Table 2. Botanical composition of predominant grasses in the sampled areas

PS	Production systems															
	SSP-1		SSP-2		SSP-3		SSP-4		SSP-5		SSP-6		SSP-7		SSPDP	
	B	E	B	E	B	E	B	E	B	E	B	E	B	E	B	E
M. m	68	72	72	80	35	12	35	40	-	-	-	-	-	-	65	78
C. n	-	-	40	-	40	28	19	22	-	-	22	30	15	12	-	-
A. g	-	-	-	-	-	-	-	-	22	11	-	-	-	-	-	-
D. d	-	-	-	-	-	-	-	-	48	37	-	-	-	-	-	-
nG	-	-	10	-	8	7	15	19	33	33	19	25	37	49	-	-
DA+/ha	396	394	396	395	600	335	594	325	316	365	360	360	495	563	3000	2943
NA+/C	516	512	516	514	660	436	653	650	632	365	360	360	990	1126	600	589

PS: predominant species

+: Percentage

B: beginning of the evaluation period

E: end of the evaluation period

M.m: *M. maximus*

C.n: *C. nlenfuensis*

A. g: *Andropogon gayanus* Kunth CIAT-621

D. d: *D. decumbens*

nG: natural grasses

+: trees from each commercial variety of leucaena within each paddock

provoked by prolonged floods, before and during the experimental period. In SSP-6, there was also a decrease of density and number of leucaena trees because they were not properly pruned according to the established parameters. In SSP-7, trees increased because pruning labors were not performed and

SSP-3, con similar manejo, disminuyó el porcentaje de pastos base como la densidad y el número de árboles de leucaena, debido a la mortalidad de las plantas por las inundaciones prolongadas, antes y durante el período experimental. En el SSP-6 también disminuyó la densidad y el número de plantas de leucaena, pues no se pudo

animals did not properly rotated due to problems with the fence. This contributed to the development of the invasive characteristic of leucaena, as it has been called by several botanists in Cuba and abroad.

Insects (table 3), in a general sense, had a similar performance regarding the increase of species in paddocks, which were properly managed, mainly in SSP-1, SSP-4 and SSPDP, where predators and parasites prevented massive outbreaks of pests during the evaluated period. In SSP-5, 6 and 7, there could be an increase due to the high amount of weeds that appeared there, used as shelter and/or food (pollen or nectar for adults) for these beneficial agents (Altieri and Nicholls 2007).

Among the insects that appeared in all the sampled areas, there was an unidentified parasitic

correctamente según lo establecido. En el SSP-7 hubo incremento de la arbórea, ya que no se efectuó la labor de poda y los animales no rotaron correctamente por problemas con la cerca perimetral. Esto contribuyó a que la leucaena manifestara su condición de invasora, como la denominan varios especialistas en botánica en Cuba y en el mundo.

En el caso de los insectos (tabla 3), de manera general también tuvieron un comportamiento similar, en cuanto al incremento de las especies en los cuartos que se manejaron adecuadamente, sobretodo en el SSP-1, el SSP-4 y el SSPDP, donde depredadores y parasitoides se encargaron de que no hubieran brotes masivos de plagas durante el período evaluado. En el SSP-5, 6 y 7 pudo haber incrementado porque fue donde mayor cantidad de arvenses aparecieron, ya que estas les sirven de refugio y/o alimentación (polen o néctar para los adultos) a estos agentes benéficos (Altieri y Nicholls 2007).

Table 3. Amount of taxons of insects and weeds within the evaluated systems

SP	Insects			Weeds				
	No. Orders	No. Families	No. Species	P	B	P+Pa	No. Families	No. Species
SSP-1	13	55	80	47	33	28	0	0
SSP-2	8	24	33	17	16	14	1	1
SSP-3	9	31	40	24	16	14	2	4
SSP-4	10	38	61	32	29	27	4	10
SSP-5	8	33	45	26	19	19	6	9
SSP-6	8	35	50	29	21	18	11	21
SSP-7	8	30	40	26	14	11	10	17
SSPDP	12	54	75	42	33	26	0	0

P: phytophagous

B: beneficial

P+Pa: predators+parasitoids

tachinid, *Wasmammia auropunctata* (Roger) predator and the phytophagous from Hemiptera order: *Heteropsylla cubana* Crawford (Psyllidae), *Empoasca sp.* (Cicadellidae) and *Rhinacloa sp.* (Miridae). Out of these, the Psyllidae was considered as the most important pest at global level, according to Shelton (1996), and in Cuba, regarding the statements of Barrientos *et al.* (1991), who stated that it can produce up to 95% of damage in the apical portion of the branches.

It is also important to state that paddocks of SSP 4, 5, 6 and 7, where the percentage of natural grasses increased, contained the highest number of weeds, which are indicators of bad management in the livestock field, according to Milera *et al.* (2014). Therefore, in a general sense, they could influence on the decrease of predominant grasses, mainly on herbaceous grasses, like in the second and last systems, which were previously mentioned. The most abundant weeds of the sampled areas (except SSP-1 and SSPDP) were *Mimosa pudica* L. (Mimosaceae) and *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae), followed by *Dychrosta*

Entre los insectos que aparecieron en todas las áreas muestreadas se citan: un taquinido parasitoide sin identificar, el depredador *Wasmammia auropunctata* (Roger) y los fitófagos del orden Hemiptera: *Heteropsylla cubana* Crawford (Psyllidae), *Empoasca sp.* (Cicadellidae) y *Rhinacloa sp.* (Miridae), de los cuales se destacó el sílido, como la plaga más importante a nivel mundial, según Shelton (1996) y también en Cuba, de acuerdo con lo planteado por Barrientos *et al.* (1991), quienes señalaron que puede producir daños hasta de 95% en la porción apical de las ramas.

También es importante señalar que en los cuartos de los SSP 4, 5, 6 y 7, donde se incrementó el porcentaje de pastos naturales, también se encontró mayor número de arvenses que, en el ámbito ganadero, son indicadores de mal manejo según Milera *et al.* (2014). De ahí que, de manera general, pudieron incidir en la disminución de los pastos predominantes, fundamentalmente de las gramíneas herbáceas, como sucedió en el segundo y el último sistema antes mencionados. Las arvenses que más se encontraron en las áreas muestreadas (con excepción del SSP-1 y el SSPDP) fueron: la dormidera

chiscinerea (L.) Wight & Arn. (Mimosaceae), which are native from Cuban grasslands, according to reports from the livestock field in the country.

Results of this experiment coincide with studies on SSP by other authors, who pointed out that these systems have demonstrated their importance to conservation of plant resources and associated fauna (Wick *et al.* 2000 and Ramírez and Enríquez 2003), always with a proper management of these resources.

It can be concluded that management indicators (necessary rest time of the grass, stay of animals and pruning labors), as well as the conservation of the natural enemies in a favorable environment created for them in these systems, and it allowed to maintain the biological balance (without massive pest outbreaks) in the areas during the evaluation period, had a remarkable contribution to the persistence of predominant forage plant resources that (mostly) compose these systems, and, therefore, to the tendency to an economical and environmental sustainability.

Mimosa pudica L. (Mimosaceae) y la malva de cochino *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae), seguidas el marabú *Dychrosta chiscinerea* (L.) Wight & Arn. (Mimosaceae), las cuales son típicas de los pastizales en Cuba, según informes del sector ganadero en el país.

Los resultados obtenidos en este experimento coinciden con los estudios realizados en los SSP por otros autores, quienes señalan que estos sistemas han demostrado su importancia para la conservación de los fitorrecursos y de la fauna asociada (Wick *et al.* 2000, Ramírez y Enríquez 2003), siempre que se realice un manejo adecuado de los mismos.

Se concluye que los indicadores del manejo (el tiempo necesario de reposo del pasto, el de estancia de los animales, la labor de poda), así como la conservación de los enemigos naturales en el ambiente favorable que se crea para ellos en estos sistemas, y que permitió mantener el equilibrio biológico (sin brotes masivos de plagas) en las áreas durante el período de evaluación, contribuyeron notablemente a la persistencia en el tiempo de los fitorrecursos forrajeros predominantes que componen estos sistemas (en su mayoría) y por ende, a la tendencia de sostenerse económica y ambientalmente.

References

- Agüero, T. 2009. La importancia de los recursos genéticos vegetales y animales en el desafío de convertir a Chile en una potencia alimentaria y forestal. Gobierno de Chile-Ministerio de la Agricultura-Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Santiago de Chile, Chile. 5p.
- Altieri, M.A. & Nicholls, C.I. 2007. Biodiversidad y manejo de plagas en agroecosistemas. Perspectivas agroecológicas No. 2. Icaria Editorial. Barcelona. 245 pp.
- Barrientos, A., Ruiz, T.E., Febles, G., Castillo, E. & Mora, C. 1991. A note on the utilization of three insecticides for the control of *Heteropsylla cubana* Crawford (Hom.: Chermidae) in *Leucaena leucocephala*. Cuban J. Agric. Sci. 25:207
- CNSV. 2012. Lista oficial de variedades comerciales. Registro de variedades comerciales de certificación de semillas. Ministerio de la Agricultura/Centro Nacional de Sanidad Vegetal. La Habana, Cuba. p. 30
- Faz, A.B. de. 1990. Principios de protección de plantas. Editorial Ciencia y Técnica. Segunda reimpression. Ciudad de La Habana, Cuba. 601 pp.
- Hernández, A., Ascanio, M., Cabrera, A., Morales, M., Medina, N. & Rivero, L. 2003. Nuevos aportes a la clasificación genética de suelos en el ámbito nacional e internacional. Instituto de Suelos. Ministerio de la Agricultura. AGRINFOR. La Habana, Cuba. 145 pp.
- Milera de la C., M., López, O. & Alonso, O. 2014. Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba. Pastos y Forrajes. 37:382
- Nielsen, V. 2003. Métodos para colectar insectos. Rev. Agron. Trop. 33: 59
- Ramírez, M. & Enríquez, M.L. 2003. Importance and diversity of ants in silvopastoral systems in the Cauca Valley, Colombia. Livestock Research for Rural Development. 15:1
- Ruiz, L. & Castro, A.E. 2005. Riqueza y distribución de grupos funcionales de insectos en parcelas de maíz en Los Altos de Chiapas. In: Diversidad biológica en Chiapas. Coord. M. González; Nepaltí Ramírez y Lorena Ruiz. Ed. Plaza y Valdés S.A. de C.V. México. p. 441.
- Shelton, H.M. 1996. El género *Leucaena* y su potencial para los trópicos. In: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical. Ed. T. Clavero. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. p. 17
- Wick, B., Tiessen, H. & Menezes, R.M.C. 2000. Land quality changes following the conversion of the natural vegetation into silvo-pastoral systems in semi-arid NE Brazil. Plant and Soil. 222:59

Received: June 28, 2015