

Capítulo XXXII

Alta densidad de siembra de leñosas como estrategia de intensificación de sistemas silvopastoriles en la ganadería tropical

J. M. Palma
J. M. Anguiano

La ganadería enfrenta retos importantes desde el enfoque biológico, económico y social que determinan adecuaciones de los sistemas pecuarios, para aquellos más amigables con el ambiente, socialmente aceptados y económicamente viables. Ese hecho ha impulsado la importancia de la agroforestería y en particular de los sistemas silvopastoriles (SSP), al haberse señalado que desde hace más de tres décadas, Latinoamérica muestra un crecimiento en la investigación y a la vez, en su aceptación por los ganaderos. La utilización y la optimización de los recursos naturales para potencializar la ganadería implica un cambio de paradigmas, como el cambio del monocultivo de gramíneas tropicales a la incorporación de árboles en sistemas SSP. Estos nuevos diseños espaciales, como la combinación de especies, densidad de siembra, adopción y adaptación por los productores, entre otros, serán los desafíos de los SSP para su incorporación en la ganadería.

Este trabajo plantea el desafío de utilizar leguminosas leñosas en alta densidad de siembra como una estrategia que permita la intensificación de la ganadería tropical.

ESTACIONALIDAD PRODUCTIVA EN LA GANADERÍA TROPICAL

La ganadería en el área del trópico seco, está supeditada a la estacionalidad climática que origina una estacionalidad productiva, que constituye uno de los principales factores que determinan los bajos indicadores productivos de la ganadería en la zona y que por lo tanto, ocasionan un pobre retorno económico, que como siempre nos lleva a preguntar ¿qué podemos hacer para modificar nuestro entorno?

Dentro de las múltiples tecnologías que se han desarrollado en la ganadería tropical, la incorporación de los árboles a los sistemas productivos son las de mayor éxito desde un enfoque sustentable. Ello implica esquemas de mayor complejidad que ofre-

cen un mejor retorno económico en la ganadería tropical de Doble Propósito comparado con el sistema tradicional (González, 2013) y bajo favorables efectos ambientales (Anguiano *et al.*, 2013).

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ARBÓREOS

El aprovechamiento de recursos arbóreos radica en la disponibilidad tanto de material gámico como agámico, el cual, llega a ser un nicho de oportunidad para los productores, el cual se logra a través de la certificación de su semilla para venta local, aunque esto implique a la alta variabilidad genética que puedan tener estos materiales.

Dos premisas se deben considerar en el empleo de árboles en la ganadería tropical. Por un lado, aprovechar la biodiversidad que caracteriza nuestras áreas, la cual fue reducida al monocultivo de gramíneas, generando con ello pérdida cultural, erosión y degradación de suelos, lo cual afecta el contenido de materia orgánica y favorece la dependencia de insumos (semillas, fertilizantes, agroquímicos) que permitieron el empleo de monocultivo de pastos. Por otro lado, la reticencia de nuestros productores a incorporar los árboles en los sistemas productivos. Este es un fenómeno dicotómico, pues se conocen las especies que localmente están disponibles, pero existe resistencia a su incorporación dentro de sus esquemas productivos, inclusive pérdida de cultura pues a pesar de conocer los materiales, existe un desconocimiento del potencial forrajero que implica su uso.

En este contexto, el conocimiento local de la diversidad arbórea en el trópico seco de México fue señalado por Palma & Flores (1997), quienes mediante encuestas dirigidas a ganaderos, determinaron la presencia de 112 especies arbóreas útiles que poseen usos múltiples. Dentro de ellas se indicaron 69 especies con uso alimenticio para el ganado, 70 como cerco vivo, 75 empleadas como postes, teniendo 62 utilidad de sombra, 20 de uso medicinal y 23 para obtención de enseres. Todo ello, además de otros fines diversos que se pueden obtener de esas especies como: leña, madera, bateas, artesanal, latas, horcones, fustes, café, puertas y melífera.

La importancia del desarrollo de la actividad apícola apoyada en la riqueza arbórea fue señalada por Román & Palma (2007), al indicar el potencial apícola de la flora nativa del estado, con 140 especies en total, de las cuales, 120 fueron árboles y 20 arbustos, representados por 45 familias, entre las cuales predominaban las especies de la familia Fabaceae (Leguminosae) en un 21,43%. Por su utilidad apícola, las más numerosas correspondieron a las nectaríferas (58%), seguidas de las nectarífera-poliníferas (33%) y poliníferas (9%). La mayoría de los árboles florece durante los meses de marzo a mayo, mientras que en los arbustos, la floración predomina en los meses de octubre a diciembre.

ALTA DENSIDAD DE SIEMBRA DE ESPECIES LEÑOSAS

El empleo de una elevada densidad de siembra de las especies leñosas para el establecimiento de sistemas silvopastoriles sigue siendo un reto, pues implica la ruptura de esquemas dominantes. En este contexto, se muestran las experiencias con tres especies de leguminosas arbóreas dominantes en el área del trópico seco: *Caesalpinia platyloba* (Coral), *Gliricidia sepium* (Cacanahual, Matarratón), *Moringa oleifera* (Morin-ga) y *Leucaena leucocephala* (guaje).

La argumentación de la alta densidad de siembra se indica por lo siguiente: disponibilidad de semilla, especies adaptadas a las condiciones locales, mejor aprovechamiento de la energía solar, estrategia de resiliencia en los sistemas ganaderos, incremento de los beneficios ambientales, mayor producción de biomasa, eficiencia en el uso del agua, incremento de la carga animal, favorece la biodiversidad, incremento la fertilidad y mayor reciclaje de nutrientes, mejora en el bienestar animal y favorece la fijación de carbono.

CERCOS VIVOS BASADOS EN *Caesalpinia platyloba* (CORAL)

Esta es una especie reconocida en el trópico seco de Colima como de alto valor para ser utilizada en el cercado de las áreas ganaderas; los productores la han utilizado de forma tradicional como postes considerando su dureza, lo que permite su durabilidad. Sin embargo, iniciativas de productores y apoyadas más tarde por instituciones del sector, la han promovido como cerco vivo, con la ventaja de adaptarse desde el nivel del mar hasta 900 m, aunque los mejores resultados se observan en localidades por debajo de 600 m.

En forma tradicional, se considera una distancia de tres metros entre poste y poste y similar tendencia se promovió con el cerco vivo; sin embargo, la propuesta de nuestro grupo es la utilización de semilla a distancias de 0,50 m entre plantas, para generar un cerco vivo denso.

SISTEMAS SILVOPASTORILES DE *Gliricidia sepium* (CACANAHUAL, MATARRATÓN)

La rusticidad de *Gliricidia sepium* hacen que esta especie arbórea sea de gran interés en el diseño de sistemas silvopastoriles, dado que tiene la capacidad de sobrevivir a diferentes condiciones adversas, como pueden ser la escasez de agua, competencia por luz, sombreado por malezas, competencia *intraespecie*. También son afectadas por el ataque de insectos troceadores y chupadores que retrasan su desarrollo y comprometen su sobrevivencia, la cual disminuye de 93 hasta 24%. Incluso soporta defoliaciones tempranas por insectos o por animales en pastoreo, teniendo la capacidad de subsistir al pisoteo.

La *gliricidia* se considera un árbol multipropósito. Entre sus usos destacan: sombra para plantas y animales, fuente de forraje, abono verde, como control de la erosión del suelo, cerco vivo, soporte para siembra, leña, madera para postería, uso artesanal, shampoo, medicamento contra eczema, nectarífera, polinífera o ambas (Román & Palma, 2007).

Palma (2011) resume los trabajos realizados en alta densidad y en combinaciones diferentes utilizadas con esta especie para el trópico seco de Colima, en México (Cuadro 1).

En el Cuadro 2, se muestran diferentes tipos de asociación de gramíneas leguminosas herbáceas con *G. sepium*. Se observó que en la siembra directa a una densidad de 19,740 plantas/ha de la arbórea, sobresalió la combinación de Cacanahual (*Gliricidia sepium*) + pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) + glicine (*Neonotonia wightii*) con 17,5 t

Cuadro 1
Comportamiento de algunas características morfológicas,
producción de biomasa y sobrevivencia de *Gliricidia sepium* en competencia
interespecífica e intraespecífica

	Altura (cm)	Diámetro basal (cm)	Ramas (número)	Producción MS (kg /ha)	Sobrevivencia (%)
Densidad (plant/ha). Edad 150 días					
10 000	70,9 ± 6,2 ^a	1,06 ± 0,08 ^a	13 ± 3 ^a	116 ± 29 ^b	54 ± 14 ^b
20 000	67,3 ± 1,8 ^a	1,03 ± 0,03 ^a	9 ± 0,7 ^{ab}	379 ± 51 ^b	63 ± 6 ^{ab}
40 000	72,6 ± 3,0 ^a	0,93 ± 0,03 ^a	9 ± 0,3 ^{ab}	521 ± 68 ^b	66 ± 10 ^{ab}
125 000	71,7 ± 3,6 ^a	0,92 ± 0,06 ^a	5 ± 0,3 ^b	1,456 ± 147 ^a	75 ± 3 ^a

(Palma, 1997)

Tipo de Limpia

Densidad de siembra 150,00 plantas/ha. Edad 130 días					
GCL	64,0 ± 14,0 ^a	0,91 ± 0,17 ^a	17 ± 4 ^a	940 ± 137 ^a	93 ± 7 ^a
GCH	46,8 ± 9,9 ^b	0,62 ± 0,10 ^b	9 ± 2 ^b	432 ± 170 ^b	72 ± 14 ^{ab}
GSL	46,7 ± 9,7 ^b	0,49 ± 0,11 ^{bc}	7 ± 2 ^b	367 ± 169 ^b	63 ± 9 ^b
GPSL	23,3 ± 22,0 ^c	0,29 ± 0,23 ^c	4 ± 3 ^c	338 ± 317 ^b	24 ± 16 ^c

(Carreón & Palma, 2002)

Número de Limpias

Densidad de siembra 150,00 plantas/ha. Edad 129 días					
Dos	94 ± 22 ^a	1,16 ± 0,3 ^a	25 ± 9 ^a	730 ± 53 ^a	89
Una	82 ± 18 ^a	1,0 ± 0,25 ^a	16 ± 6 ^b	532 ± 173 ^b	76
Cero	58 ± 18 ^b	0,8 ± 0,2 ^b	7 ± 3 ^c	492 ± 159 ^b	80

(Carreón & Palma, 2002)

Densidad de siembra 6,250 plantas/ha. Edad 105 días					
<i>G. sepium</i>			237		
<i>G. sepium</i> + estrella			146		
<i>G. sepium</i> + estrella + glicine			164		
<i>G. sepium</i> + estrella + sorgo			122		

(Vizcaíno *et al.*, 2001)

Asociación con pasto buffel. Edad 129 días

Densidad (plantas/ha)					
5,000	30			50	
14,285	41			180	

(Valle *et al.*, 2004)

a,b,c distinta literal en columna significa diferencia estadística (P<0,05).

GCL = *Gliricidia* con una limpia GCH = *Gliricidia* con una labor de chapeo.GSL = *Gliricidia* sin limpia GPSL = *Gliricidia* en pasto sin limpia.

Cuadro 2
Rendimiento forrajero mediante cultivo en callejones con fines pecuarios

Tipo de asociación	Materia seca anual (t/ha)
<i>Gliricidia sepium</i>	1.686 ^b
<i>G. sepium</i> + <i>Cynodon nlemfuensis</i>	11.072 ^a
<i>G. sepium</i> + <i>C. nlemfuensis</i> + <i>Sorghum bicolor</i>	12.500 ^a
<i>G. sepium</i> + <i>C. nlemfuensis</i> + <i>Neonotonia wightii</i>	17.493 ^a

a,b distinta letra en columna significa diferencia estadística ($P < 0,05$), prueba de Tukey.

Fuente: Vizcaíno *et al.* (2001).

de materia seca/año, registrándose la menor producción con la leguminosa arbórea en monocultivo (Vizcaíno *et al.*, 2001).

Asimismo, cuando se evaluó *G. sepium* con una densidad de 5,000 y 14,285 plantas/ha en asociación con pasto buffel (Cuadro 3), se incrementó la producción de biomasa comparada con pasto buffel en monocultivo (Valle *et al.*, 2004). El mayor número de plantas de la arbórea duplicó la producción de biomasa en el sistema, teniendo efectos favorables, tanto en la gramínea como en la leguminosa.

Cuadro 3
Desarrollo y producción de biomasa de *Cenchrus ciliaris*-*Gliricidia sepium* sembrados en asociación

Producción de biomasa	Densidad siembra (plantas/ha)			
	0	5,000	14,285	EEM
<i>Cenchrus ciliaris</i> (t/ha)	2,30 ^b	3,50 ^{ab}	5,20 ^a	0,84
<i>Gliricidia sepium</i> (t/ha)	-	0,05 ^a	0,18 ^b	0,07
Asociación (t/ha)	2,30 ^b	3,55 ^{ab}	5,38 ^a	0,89

Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ($P < 0,05$) entre tratamientos. Prueba de Tukey. EEM = Error estándar de la media.

Fuente: Valle *et al.* (2004).

El establecimiento de *G. sepium* en alta densidad de siembra propició que los árboles se mantengan a través del tiempo. Ello sugiere que ésta es una forma de resolver el problema de introducir árboles en zonas ganaderas, utilizando el fenómeno de la alta densidad registrado en la sobrevivencia de esta arbórea. La asociación de *G. sepium* con otras especies, en particular con pastos macollados, permite generar sistemas silvopastoriles. Su baja aceptación inicial por los rumiantes favorece que sea poco defoliada y que permita mantener su desarrollo en el tiempo.

SISTEMAS SILVOPASTORILES DE *Leucaena leucocephala* EN ALTA DENSIDAD

L. leucocephala, especie nativa de México, es la más estudiada y difundida en la ganadería tropical para la generación de sistemas silvopastoriles. El reto con esta especie consiste en el diseño de nuevos esquemas espaciales y de densidad de siembra para un mejor aprovechamiento en la ganadería tropical.

En este sentido, la experiencia de nuestro grupo en su establecimiento se asocia con la alta densidad de siembra en un sistema agrosilvopastoril multiestrato, en donde el cultivo base era el cocotero (*Cocos nucifera*) asociado a *L. leucocephala* y *Pennisetum purpureum* variedad Cuba CT-115. El cocotero tenía un marco de plantación de 8 × 8 m y la leguminosa se estableció a una distancia entre surcos a 1,6 m; 2,4 m y 3,2 m, para densidades de 80, 60 y 40 mil plantas/ha, respectivamente; y entre plantas de 15 a 20 semillas/m lineal sembradas a chorrillo para asegurar las poblaciones requeridas, siendo la profundidad de siembra de 2-3 cm, estando el pasto intercalado entre la leguminosa. Este trabajo se realizó durante dos años en la zona costera de Colima, México.

El incremento de la densidad de siembra de *L. leucocephala* a 60 y 80 mil plantas/ha a los 100 días de establecimiento mejoró las características agronómicas de la planta; altura, hojas y diámetro de tallo (Cuadro 4). En cuanto a las características de producción de biomasa, la densidad de 80 mil plantas/ha incrementa la producción en 3,7 y 2,4 veces respecto a 60 y 40 mil plantas/ha (Cuadro 5). En el Cuadro 6, se muestran los indicadores de tasa de crecimiento, tasa productiva y uso eficiente del agua, los cuales mejoran cuando se utilizan 80 mil plantas/ha (Anguiano *et al.*, 2012).

Cuadro 4
Valores de interacción de las características agronómicas de *L. leucocephala* a diferente edad y densidad de siembra

Edad (días)	Densidad (Árboles/ha) (× 1000)	Altura (cm)	Plantas (m)	Hojas (N°)	Diámetro Tallo (cm)
100	80	138,28 ^a	13,55 ^{de}	24,72 ^a	1,27 ^a
100	60	133,67 ^a	15,11 ^b	23,94 ^a	1,04 ^b
100	40	112,83 ^b	14,50 ^{bcd}	18,16 ^b	0,88 ^{bc}
85	60	111,11 ^b	15,16 ^b	16,44 ^b	0,75 ^{cd}
85	40	100,78 ^b	14,38 ^{bcd}	15,38 ^b	0,66 ^d
85	80	98,56 ^b	13,22 ^c	16,27 ^b	0,78 ^{cd}
70	60	76,06 ^c	14,94 ^{bc}	10,22 ^c	0,36 ^{ef}
70	40	63,89 ^c	14,38 ^{bcd}	9,33 ^{cd}	0,42 ^c
70	80	63,39 ^c	13,77 ^{cde}	8,83 ^{cd}	0,33 ^{efg}
55	60	29,61 ^d	15,11 ^b	6,72 ^{cde}	0,22 ^{fgh}
55	80	29,17 ^d	14,27 ^{bcd}	6,38 ^{cde}	0,30 ^{efg}
55	40	28,72 ^d	14,66 ^{bcd}	5,72 ^{de}	0,19 ^{gh}
40	40	1,56 ^e	17,11 ^a	4,39 ^c	0,11 ^h
40	80	12,47 ^c	13,77 ^{cde}	5,94 ^{de}	0,13 ^h
40	60	12,33 ^c	15,16 ^b	4,77 ^c	0,11 ^h
EM		4,25	0,34	1,08	0,04
Probab.		***	***	***	***

EM: esperanza-maximización. ^{abc}Valores con letras distintas en la misma columna difieren significativamente (P<0,001***).

Fuente: Anguiano *et al.* (2012).

Cuadro 5
Valores de interacción de biomasa de *L. leucocephala* a diferente edad y densidad de siembra

Edad (días)	Densidad (Árboles/ha) (× 1000)	Materia seca (%)	Peso seco hojas (g)	Peso seco planta (g)	Materia seca (kg/ha)
100	80	51,11 ^a	49,54 ^a	72,61 ^a	6159 ^a
100	60	51,27 ^a	29,70 ^b	41,27 ^b	2545 ^b
100	40	49,27 ^{ab}	25,51 ^{bc}	36,50 ^{bc}	1643 ^{bcd}
85	60	47,94 ^b	24,29 ^{bc}	29,77 ^{bcd}	1853 ^{bcd}
85	40	49,27 ^{ab}	21,49 ^{bcd}	26,33 ^{cde}	1177 ^{cdef}
85	80	49,72 ^{ab}	23,60 ^{bcd}	30,38 ^{bcd}	2489 ^b
70	60	50,33 ^{ab}	14,43 ^{cdef}	17,55 ^{defg}	1076 ^{cdef}
70	40	49,33 ^{ab}	15,82 ^{defg}	19,11 ^{defg}	854 ^{def}
70	80	49,77 ^{ab}	18,68 ^{cdef}	23,94 ^{cdef}	2043 ^{bc}
55	60	42,00 ^c	10,59 ^{ghi}	13,55 ^{efg}	839 ^{def}
55	80	43,72 ^c	11,09 ^{ghi}	14,16 ^{efg}	1252 ^{cdef}
55	40	38,50 ^d	10,31 ^{ghi}	12,72 ^{fg}	577 ^f
40	40	35,16 ^e	5,69 ⁱ	6,94 ^z	367 ^f
40	80	36,77 ^{de}	6,59 ^{hi}	8,05 ^e	690 ^{ef}
40	60	37,00 ^{de}	7,56 ^{hi}	9,0	575 ^f
EM		0,73	2,35	3,75	302
Probab.		***	***	***	***

EM: esperanza-maximización. ^{abc}Valores con letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,001$ ***).

Fuente: Anguiano *et al.* (2012).

Un aspecto de relevancia para nuestros suelos secos es la posibilidad de incrementar la cantidad de materia orgánica, fenómeno registrado cuando se aumentó la densidad de la arbórea a partir de niveles de 40 hasta 80 mil plantas/ha comparada con el sistema de solo pasto asociado a cocotero (Figura 1); sin embargo, a pesar que el incremento después de dos años fue discreto, se considera un resultado alentador para mejorar los suelos tropicales, que atraviesan por graves problemas de deforestación y con una consecuente erosión sea de tipo eólica o hídrica.

Un fenómeno relevante relacionado con la biodiversidad edáfica se refiere a la evaluación de los macroinvertebrados. Los resultados mostraron diferencia estadística significativa ($P < 0,05$) entre tratamientos, a favor de aquellos con la siembra de la leguminosa arbórea (Figura 2).

Desde el punto de vista ambiental, el sistema agrosilvopastoril mostró los mejores valores en cuanto a fijación de carbono para los tratamientos con 80 mil árboles de leucaena/ha, lo que pone en evidencia la ventaja de utilizar la combinación de pasto con la leguminosa para incrementar la fijación de carbono (Cuadro 7).

Cuadro 6
Valores de interacción de las variables fisiológicas de *L. leucocephala*
a diferente edad y densidad de siembra

Edad	Densidad (Árboles/ha) (× 1000)	Tasa de crecimiento (cm/día)	Tasa productiva (kg MS/día/ha)	Relación hoja/tallo	Eficiencia Uso de agua (kgMS/m ³)
100	80	1,38 ^a	61,59 ^a	2,38 ^d	6,84 ^a
100	60	1,33 ^{ab}	25,45 ^{bc}	2,86 ^d	2,82 ^b
100	40	1,22 ^{cd}	16,43 ^{cde}	2,61 ^d	1,82 ^{bcd}
85	60	1,30 ^{abc}	21,81 ^{bcd}	4,59 ^a	2,06 ^{bcd}
85	40	1,18 ^{bcd}	13,84 ^{de}	4,55 ^a	1,30 ^{def}
85	80	1,15 ^{bcd}	29,29 ^b	3,69 ^{bc}	2,76 ^b
70	60	1,08 ^{de}	15,38 ^{cdc}	4,64 ^a	1,19 ^{cdef}
70	40	0,91 ^e	12,20 ^{de}	4,81 ^a	0,95 ^{def}
70	80	0,90 ^e	29,18 ^b	3,64 ^c	2,27 ^{bc}
55	60	0,53 ^f	15,26 ^{cde}	3,57 ^c	0,93 ^{def}
55	80	0,53 ^f	22,76 ^{bcd}	3,61 ^c	1,38 ^{cdef}
55	40	0,52 ^f	10,50 ^e	4,27 ^{ab}	0,64 ^f
40	40	0,31 ^g	9,18 ^e	4,54 ^a	0,40 ^f
40	80	0,31 ^g	17,26 ^{cde}	4,53 ^a	0,76 ^{ef}
40	60	0,30 ^g	14,37 ^{de}	4,57 ^a	0,63 ^f
EM		0,04	3,08	0,17	0,33
Probab.		***	***	***	***

EM: esperanza-maximización. ^{abc} Valores con letras distintas en la misma columna difieren significativamente ($P < 0,001$ ***).

Fuente: Anguiano *et al.* (2012).

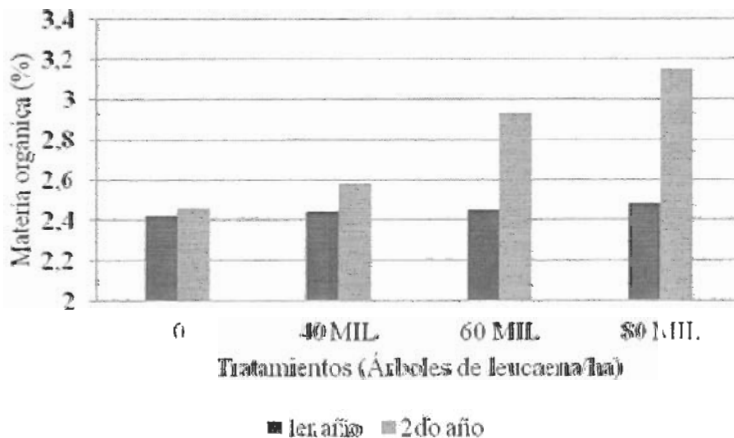


Figura 1. Dinámica del contenido de materia orgánica del sistema agrosilvopastoril estudiada en el tiempo (Fuente: Anguiano, 2013).

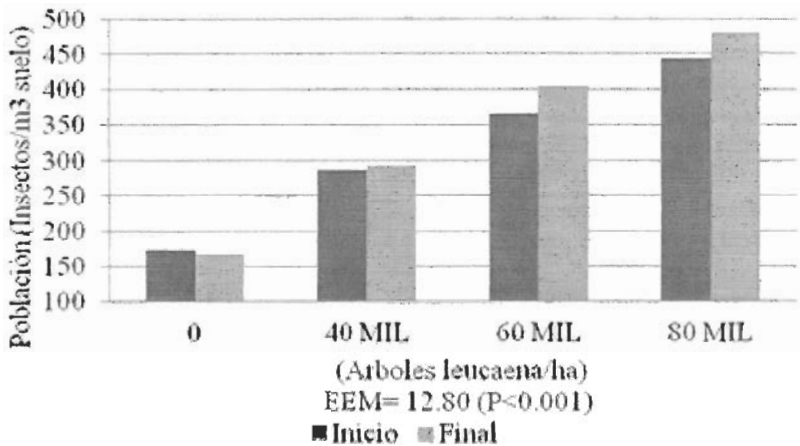


Figura 2. Dinámica de población de insectos del suelo del sistema silvopastoril cocotero-leucaena-pasto CT-115 entre los periodos estudiados (Fuente: Anguiano, 2013).

Cuadro 7
Fijación de carbono aéreo del sistema agrosilvopastoril cocotero-leucaena-pasto Cuba CT-115 en pastoreo ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$)

Tratamiento ($\times 1000$ plantas leucaena ha^{-1})	Secuestro de C+ ($t\ ha^{-1}\ año^{-1}$)			Total SASP
	Pasto CT115	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Cocos nucifera</i>	
0	15,46 ^a	0,0 ^d	85,73 ^d	101,19 ^d
40	9,14 ^b	13,42 ^c	87,17 ^c	109,73 ^c
60	5,83 ^c	27,04 ^b	89,13 ^b	122,00 ^b
80	2,63 ^d	35,72 ^a	90,21 ^a	128,62 ^a
EEM	0,006	0,323	0,004	0,324
P	0,001	0,001	0,001	0,001

En cuanto a la carga animal y producción de vaca/día, se indican en la Figura 3. En este sistema de Doble Propósito se incrementó la carga animal para los sistemas de 60 y 80 mil plantas/ha, con un incremento moderado en la producción de leche comparado con aquellos que no utilizan la leguminosa arbórea; es posible que en la mayor densidad, se presente una limitante de la energía por el exceso de proteína aportado por la *Leucaena*, que deberá potencializarse con el aporte externo de insumos energéticos (Anguiano, 2013).

Cabe señalar la presencia de aves por la incorporación de los árboles de leucaena en el sistema. Aunque este aspecto no fue cuantificado, existen resultados de la literatura que señalan la importancia de los árboles de ser utilizados como percha, refugio o estancia, fenómeno que se observó en este trabajo.

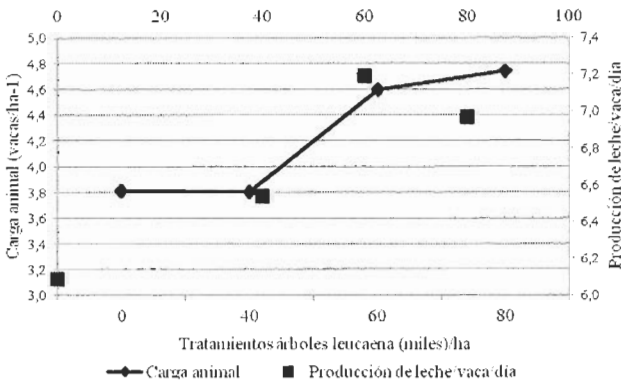


Figura 3. Carga animal (vacas/ha⁻¹) y producción de leche (kg/vacada⁻¹) en un sistema agro-silvopastoril cocotero-leucaena-pasto Cuba CT-115 en pastoreo.

CONCLUSIÓN

Interpretar en forma sistémica la producción ganadera, permite considerar las diferentes interacciones que se presentan en la relación suelo-planta-animal-hombre, ya que se maximiza la posibilidad de aprovechar la energía solar para incrementar la producción de biomasa.

A la vez que se provoca una biodiversidad comparada con el monocultivo, la protección del ambiente se torna en una oportunidad para regenerar las áreas ganaderas con la posibilidad de incrementar la fijación de carbono y de materia orgánica en el sistema. Además, el incremento de la carga animal favorecería la producción pecuaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anguiano JM. 2013. Alta densidad de siembra de *Leucaena leucocephala* en la intensificación del sistema silvopastoril cocotero-leguminosa-pasto. Tesis Doctorado. Posgrado en Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Nayarit. 118 pp.
- Anguiano JM, Aguirre J, Palma JM. 2012. Establecimiento de *Leucaena leucocephala* con alta densidad de siembra bajo cocotero (*Cocos nucifera*). Rev Cub Cien Agríc 46 (1): 103-107.
- Anguiano JM, Aguirre J, Palma JM. 2013. Secuestro de carbono en la biomasa aérea de un sistema agrosilvopastoril de *Cocos nucifera*, *Leucaena leucocephala* var. Cunningham y *Pennisetum purpureum* Cuba Ct-115. Rev Avanc Invest Agrop 17 (1): 149-160.
- Carreón J, Palma JM. 2002. Las labores de limpieza y la densidad de población en el establecimiento de *Gliricidia sepium* por semilla. XIII Cong Nac Invest Des Tecn Agrop Tlaxi-jomulco de Zuñiga, Jalisco, México. 15-16 de octubre.
- González J. 2013. Costos y beneficios de un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), con base en *Leucaena leucocephala* (Estudio de caso en el municipio de Tepalcatepec, Michoacán, México). Rev Avanc Invest Agrop 17 (3): 35-50.
- Palma JM, Flores R. 1997. Aproximación al estudio de la vegetación arbórea del estado de Colima, México. X Reun Avanc Invest Agrop Tróp '97. Barra de Navidad, Jalisco, México. pp 88-90.

Palma JM. 2011. Evaluación de la leguminosa arbórea *Gliricidia sepium* (Jack) Kunth ex Walp como estrategia de desarrollo silvopastoril en el trópico seco de Colima. En: Agroforestería Pecuaria en México (Alternativas para una Reconversión Ganadera Sustentable). Palma JM, Toral J, Sanginés L (eds). 1: 65-79.

Román L, Palma JM. 2007. Árboles y arbustos tropicales nativos productores de néctar polen en el estado de Colima, México. Rev Avanc Invest Agrop 11 (3): 3-24.

Valle JL, Palma JM, Sanginés L. 2004. Biomasa y composición nutricional de la asociación *Cenchrus ciliaris*-*Gliricidia sepium* al establecimiento. Rev Avances Invest Agrop 8 (2): 79-85.

Vizcaíno A, Palma JM, Ruiz TE. 2001. Asociación de *Gliricidia sepium* con gramíneas y leguminosas en el trópico seco de México. Rev Cub Cienc Agríc 35 (2): 175-181.