

Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexicano¹

J. M. Palma²

CUIDA-Universidad de Colima. México

Silvopastoral system in the dry tropics of Mexico

ABSTRACT. The objective of this review is to report some experiences obtained in the study of trees and their contribution to silvopastoral systems (SPS) in the dry tropics of Mexico. The importance of native arboreal vegetation is emphasized including both leguminous and non-leguminous species, focusing principally on nutritional characteristics, both of the foliage and fruit; also several SPS are described. Included are results obtained in the management of coconut groves in the coastal region of Colima state, of pastures with other trees present, of protein banks based on *Leucaena leucocephala*, of live fences, and of some forage mixtures-principally those including *Gliricidia sepium*. This experience occurs within the context of a situation in which a change of attitude is needed both on the part of producers and of related institutions, since in spite of the interest shown in supporting the development of SPS and the demonstrated potential of a diversity of trees, the economic pressure for immediate results has had a negative effect on the sustainment of this type of technology over time. Therefore, it is imperative to foster an attitude favorable to the conservation and multiplication of these species, especially in environments threatened by deforestation and soil erosion.

Key words: agroforestry, trees, livestock, tropics.

© 2006 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2006. Vol. 14 (3): 95-104

RESUMEN. El presente trabajo tiene por objetivo mostrar diferentes experiencias desarrolladas en el estudio de los árboles y su aportación para el desarrollo de sistemas silvopastoriles (SSP) en el trópico seco de México. Se enfatiza la importancia de la vegetación arbórea nativa, tanto de especies leguminosas como no leguminosas, en donde se destacan principalmente características de tipo nutricional, tanto del follaje como de los frutos, así como la descripción de algunos SSP. Se describen los resultados obtenidos en el manejo del cocotero en la región costera del estado de Colima, la presencia de árboles en potreros, así como la experiencia con el manejo de los bancos de proteína basados en *Leucaena leucocephala*, la utilización de cercas vivas y algunas asociaciones forrajeras principalmente con *Gliricidia sepium*. Esta experiencia se contextualiza en la necesidad de modificar la actitud tanto de los productores como de las instituciones relacionadas con el sector, pues a pesar del interés mostrado y apoyo para fomentar los SSP, así como del potencial demostrado por la diversidad arbórea, la necesidad económica de resultados inmediatos produce un efecto negativo para mantener en el tiempo este tipo de tecnología. Por lo tanto es necesario generar una cultura para la conservación y multiplicación de estas especies, sobre todo en ambientes en donde la deforestación y la erosión del suelo son una amenaza.

Palabras clave: agroforestería, árboles, ganado, trópico.

Introducción

La ganadería en nuestros países tropicales, altamente dependiente en insumos y tecnología externos a la finca, a la región y al país, requiere de una base científica acorde con nuestros recursos, idiosincrasia y necesidades. La cual, vaya aparejada de una nueva educación ambiental de todos los sectores involucrados.

El enfoque de esta ganadería tropical basa su desarrollo en los pastos; los cuales tienen un potencial extraordinario para la producción de biomasa de forma estacional, los cuales presentan menores contenidos de proteína cruda, mayores concentraciones de fracciones fibrosas, menor

digestibilidad y menor índice de consumo comparado con los pastos de zonas templadas. En ella, es necesario incorporar elementos que resuelvan el volumen de forraje en la época de sequía, así como su calidad, en la búsqueda de sistemas sostenibles.

Por otro lado, una gran parte de nuestras áreas muestran daños por el mal uso de los recursos naturales, en donde grandes extensiones de tierras deforestadas y abandonadas o sujetas a un nivel de explotación ínfimo; pueden constituirse en eriales improductivos, despoblados de la mayoría de los elementos de su flora y fauna original, los

Recibido Noviembre 30, 2005. Aceptado Mayo 04, 2006.

¹Trabajo presentado en la XIX Reunión de ALPA y la XXXIII Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal-AMPA. Tampico, México, 26-28 de Octubre 2005

²E-mail: palma@cgic.ucol.mx

cuales habrán perdido la mayor parte del suelo fértil y dejado de cumplir su función reguladora del régimen hídrico (Vázquez-Yanes y Batis, 1996).

Situación que conlleva a la búsqueda de alternativas tecnológicas, con el objetivo de incrementar la producción y/o la productividad, así como el uso de recursos nativos, con la finalidad de disminuir la dependencia de insumos fuera del rancho y cubrir sus necesidades tecnológicas.

Una de esas estrategias es la incorporación de los sistemas silvopastoriles en la producción pecuaria, fenómeno conocido por los productores de manera empírica, estrategia modificada por diferentes interpretaciones a través del tiempo y la cual, en el área de Latinoamérica desde hace aproximadamente 30 años se impulsa su implementación a través de diferentes instituciones de investigación y de educación, en diversos foros, talleres, simposios y congresos dedicados a discutir la importancia y experiencias de estos sistemas para mejorar la producción animal en la región. Por ejemplo, Costa Rica a través del CATIE es pionera en este sentido, y su impacto considera el área de Centroamérica (Ibrahim *et al.*, 1999; 2003). En Cuba los trabajos desarrollados por el ICA (Febles *et al.*, 1995; Ruiz y Febles, 1999) y la Estación de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" han incluido cinco foros desde 1997. Diferentes propuestas sobre esta área han sido elaboradas en Colombia por el CIPAV (Murgueitio, 1999) y en combinación de esfuerzos junto con la FAO se ha logrado difundir esta temática (Sánchez *et al.*, 2003). Así ha habido diferentes propuestas en el resto de Latinoamérica.

Es de resaltar así la creación de la "*Red Latinoamericana de Agroforestería Pecuaria*" en 1999 (Sánchez *et al.*, 2003), la cual, desde esa fecha ha realizado entre otras actividades una reunión específica cada dos años para intercambiar información sobre el tema. Los países anfitriones han sido Colombia, Costa Rica, México y la cuarta reunión está programada para el 2006 en Cuba.

En el caso de México diferentes instituciones trabajan en esta área. Es de señalar la participación de la Universidad Autónoma de Chapingo pionera en nuestro país al organizar una conferencia internacional sobre Agroforestería (Krishnamurty y Leos-Rodríguez, 1994), y posteriormente encabeza la organización de dos eventos nacionales sobre sistemas agro y silvopastoriles (1999; 2001). En estas actividades diferentes instituciones incorporan el estudio de los sistemas silvopastoriles.

Por lo anteriormente descrito, el motivo del presente trabajo es evidenciar las experiencias generadas en el estudio de los sistemas silvopastoriles en el estado de Colima, México, área de trópico seco, asimismo, resaltar la importancia de los recursos nativos, para proponer estrategias que permitan incorporar y conservar la vegetación arbórea en los sistemas ganaderos y mostrar las experiencias generadas con los productores en la implementación de pastoreo en plantaciones forestales, árboles en potreros, bancos de proteína, uso de cercas vivas y árboles con pastos y forrajes.

La riqueza arbórea parte de la biodiversidad tropical

México es un país que, por sus características edáficas, topográficas y climáticas, presenta una riqueza importante

en recursos naturales, principalmente por su diversidad en especies vegetales; sin embargo, el uso y aprovechamiento de estas especies es limitado, siendo necesario el estudio sobre el manejo y adecuada utilización de estas especies, las cuales son fuente valiosa de alimento para el ganado y la fauna silvestre, sobre todo durante la época seca.

En el estado de Colima, México, predomina el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y en segundo término el semiseco muy cálido con lluvias en verano; la temperatura media anual es de 24 a 26°C y la lluvia anual de 800 a 1,000 mm. Gran parte de la superficie se encuentra cubierta por diversos tipos de vegetación, principalmente selvas medianas y bajas caducifolias, en donde existe una diversidad de especies útiles, cuyos componentes proporcionan grandes beneficios a la economía nacional; todo esto se utiliza como fuente de néctar y polen para la apicultura, forraje para el ganado, frutales de exportación y especies maderables.

En este sentido, en Colima se ha determinado la presencia de 112 especies; 69 de las cuales tienen un uso alimenticio en la ganadería, 70 señaladas como cerco vivo, 75 empleadas como postes; con utilidad de sombra 62 especies; de menor incidencia se indicaron aquellas especies con uso medicinal y para obtención de enseres con 20 y 23 especies, respectivamente; por último, 44 fueron señaladas con fines diversos (fuente de leña, de madera, melíferas, uso artesanal, para latas, horcones, fustes, café, puertas y bateas). Dentro de este contexto, destaca la riqueza autóctona que permite favorecer los sistemas pecuarios en el trópico, evitando la dependencia tecnológica (Palma y Flores, 1997).

Esta información complementa lo descrito previamente para el estado de Colima por Cervantes (1988), quien indicó un grupo de árboles nativos y, por Pérez-Guerrero (1990), quien además, señaló la parte forrajera que consume el ganado y otras funciones posibles de los árboles.

Por otra parte, al analizar el número de especies por frecuencia se obtuvieron una, dos y tres veces vez, las cuales representaron el 70, 18 y 8% de especies respectivamente, similar a lo encontrado para el área de Centroamérica (Araya *et al.*, 1994; Flores, 1994; Mendizábal *et al.*, 1994). Es decir, fue inversa la relación entre la frecuencia y el número de especies mencionadas. El mayor porcentaje de incidencia fue para la guácima (*Guazuma ulmifolia*) con un 52%, el mojo (*Brosimum alicastrum*) con 48% y la parota (*Enterolobium cyclocarpum*) con 43%, con base en entrevistas realizadas. Asimismo, en el caso del número de funciones que pueden tener las especies arbóreas, se obtuvo para una (18%), dos (14%), tres (28%), cuatro (19%), cinco (12%) y seis usos (8%); aunque hubo un mínimo de especies señaladas con siete y ocho funciones, se observaron pocas especies con un gran número de funciones; sin embargo, el 82% tienen más de una función dentro de las especies encontradas en Colima (Palma y Flores, 1997). En este sentido, la contribución de Pinto *et al.* (2004), permite enfatizar la riqueza de la vegetación arbórea en el desarrollo de sistemas silvopastoriles en México, al evaluar las especies presentes en el valle central de Chiapas.

Cocotero y ganadería en las zonas costeras (Pastoreo en plantaciones forestales)

En las planicies costeras del estado de Colima, en los municipios de Tecomán, Armería y Manzanillo, es común encontrar plantaciones de cocotero (*Cocos nucifera*) con pastos y ganado. En estas condiciones en asociación crecen pastos nativos o naturalizados como el pasto guinea (*Panicum maximum*), el estrella (*Cynodon plectostachyus*), pará (*Brachiaria mutica*), el insurgentes (*Brachiaria brizantha*), entre otros, además de leguminosas herbáceas nativas como *Rinchosia minima*, *Desmodium spp*, *Centrocema spp*, por mencionar algunas de ellas. Tal situación es aprovechada por los ganaderos de esta región del estado, para la producción de leche/carne de bovino en sistemas de doble propósito, así como de ovino de pelo, además de fruta o madera a partir del cocotero.

En este aspecto, resaltan los resultados de Martínez (1996), en el municipio de Tecomán, en la engorda de bovinos, quien obtuvo ganancias diarias de peso (GDP) de 649 ± 52 g, y una producción anual por hectárea de 582 ± 71 kg con una carga de 2.0 ± 0.3 unidades animal/ha, sin fertilización ni complemento alimenticio para el ganado. Se generó un $94 \pm 44\%$ en la relación costo-utilidad en este sistema, en el cual, además del ganado, se recibieron ingresos por la venta del limón y del coco.

En la misma localidad pero con otro productor, se incorporó un suplementación de lento consumo (granulado) al ganado y fertilización nitrogenada anual de 300 kg/ha en el sistema cocotero-pasto estrella de África y la ganancia diaria de peso fue 0.915 ± 0.226 kg, con consumo del suplemento a razón de 1.0 a 1.5 kg diarios, esta estrategia tuvo un impacto productivo favorable en este sistema (Palma y Fernández, 1999).

Por otra parte, en el trabajo realizado por Cervantes (1988) y Choisis (1988), registraron, en los municipios de Armería y Tecomán –en sistemas bovinos de doble propósito, desarrollados en cocotero–, una producción de leche por lactancia de 926 ± 177 kg, con una media por día de 3.08 ± 0.34 kg, y una duración de la lactancia de 304 ± 54 días. Estos resultados reflejaron bajos niveles productivos, pero con una mínima inversión y amplias posibilidades de mejorar con prácticas tecnológicas sencillas.

Asimismo, en el manejo intensivo de ovinos Pelibuey en un sistema de cocotero–limón–pasto más un concentrado de 18.8% de proteína cruda y 2.8 Mcal de energía metabolizable incluido de manera diferente según etapa productiva en la zona costera del estado de Colima. Macedo y Castellanos (2004) estudiaron la cría en un ciclo de 234 días a partir del momento del empadre hasta el destete de las crías y del destete a la venta al mercado con 35kg peso vivo en los corderos a los 85 días. En la etapa de nacimiento al destete se obtuvieron ganancias de 180 g/día en promedio y en la finalización estas ganancias estuvieron en 200 g. Los costos de alimentación significaron el 80% en la etapa de cría, mientras en la finalización el costo del cordero (50%) y de la alimentación (43%) fueron de los rubros de mayor impacto económico. Hubo una rentabilidad en la producción de las crías de 1.35 y de 1.32 para los animales para el mercado y con ello se logró la viabilidad económica de un sistema intensivo de producción de ovinos en condiciones tropicales.

Árboles en potreros

En las condiciones climáticas de Colima existen en los agostaderos una serie de especies de potencial forrajero, manejados en forma tradicional, aunque pobremente evaluados. La presencia de estas especies facilita el desarrollo de los sistemas silvopastoriles, agrosilvícolas o agrosilvopastoriles; entre las especies encontradas se pueden señalar los siguientes: capomo, ramón o mojo (*Brosimum alicastrum*), cuastecomate (*Crecentia alata*), guácima (*Guazuma ulmifolia*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), asmol (*Zizypus mexicana*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), mezquite (*Prosopis juliflora*), higuera (*Ficus padifolia*), brasil (*Haematoxylon brasileto*), panícula (*Cochlospermum vitifolium*), palo dulce (*Eysenhardtia polistachia*), huizache (*Acacia farneciana*), espino blanco (*Acacia acatensis*). Además de ha registrado otras 25 especies arbóreas en el estado de Colima de uso ganadero en alimentación animal (Palma y Flores, 1997).

Por otro lado, se indican los valores químico-nutricionales de algunas especies arbóreas de interés para los sistemas silvopastoriles (Cuadro 1), las cuales, son poco estudiadas y representan un recurso importante, dada la gran disponibilidad y diversidad de los recursos genéticos (Morales *et al.*, 1998; Palma *et al.*, 1992; 1995). En el Cuadro 2, se anotan algunos usos de estas especies.

Los bancos de proteína en Colima

Este tipo de producción con árboles considera la siembra de árboles y/o arbustos forrajeros con una alta densidad de plantas; bien pueden ser cosechados por el hombre y llevados a los animales en un sistema de corte/acarreo o pueden ser pastoreados. Al respecto, la especie más utilizada es la *Leucaena leucocephala*, la cual es una buena alternativa cuando las condiciones de suelo y clima la favorezcan (Pérez-Guerrero, 1979; Ruiz y Febles, 1987).

Se pueden resumir dos etapas en la utilización de los bancos de proteína con base de *Leucaena leucocephala* en Colima. En una primera fase, realizada por el FIRA-Colima en el rancho "El Camichín" y en algunas parcelas demostrativas en diferentes lugares del estado con productores cooperantes, entre los años de 1975 a 1980, se recogió la información en un análisis realizado por Álvarez y Ávalos (1984). En una segunda etapa encabezada por la Universidad de Colima y el ayuntamiento de Comala, mediante un programa multi-institucional, con cooperación internacional mediante un convenio de colaboración con instituciones de investigación de Cuba (Instituto de Ciencia Animal - ICA- y la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" –EPPF–), se implementó esta tecnología (Macedo y Palma, 1996; 1998; Ruiz *et al.*, 1995; Palma *et al.*, 2000).

En ese segundo periodo, los resultados obtenidos con la inclusión del banco de proteína con base en *Leucaena*, fueron, en su mayoría, favorables. Esto se hace evidente en tres estudios de caso (Macedo y Palma, 1998).

En el primero compararon dos grupos de 15 vacas de doble propósito (Holstein x Cebú) cada uno, con lactancias superiores a 120 días y un nivel productivo promedio de 5 L/día. Un grupo recibió el manejo tradicional, el cual, consistió de pastoreo en vegetación nativo o pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*) y 1 kg de un concentrado

Cuadro 1. Vegetación arbórea de importancia en los sistemas silvopastoriles.

Nombre común y científico	MS (g/100g)	PC (g/100g) base seca	EM (Mcal/kg) base seca
*Cabello de ángel (<i>Calliandra calothyrsus</i>)	38.22	31.02	2.24
*Cacanahual (<i>Gliricidia sepium</i>)	30.16	23.53	2.28
Cuastecomate (<i>Crecentia alata</i>)	33.00	7.88	2.64
*Guaje (<i>Leucaena leucocephala</i>)	35.89	32.23	2.32
**Guácima -hojas- (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	32.96	15.91	2.27
**Guácima -fruto- (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	94.80	9.10	2.30
**Guamúchil -hoja- (<i>Pithecellobium dulce</i>)	45.32	16.45	2.01
**Guamúchil -fruto- (<i>Pithecellobium dulce</i>)	25.70	9.93	1.57
Huizache -vainas- (<i>Acacia farnesiana</i>)	64.40	22.97	2.72
Mojo -hojas- (<i>Brosimum alicastrum</i>)	84.90	14.46	2.62
Mojo -semillas- (<i>Brosimum alicastrum</i>)	98.00	13.04	2.98
Parota -vaina- (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	93.45	15.44	2.89

(**Morales *et al.*, 1998; Palma *et al.*, 1992; *Palma *et al.*, 1995).

proteico de tipo comercial (16% PC y 3 Mcal EM/kg MS) después de terminar la ordeña, el segundo grupo sustituyó dos horas del pastoreo de gramíneas por el banco de proteína. El resultado fue un incremento en la producción de leche, de 1.3 a 2.0 litros por animal, con un efecto positivo en el peso vivo de los animales, comparados con aquellos que recibieron alimentación tradicional.

En el segundo caso se evaluó el comportamiento productivo de un grupo de vacas doble propósito (Suizo x Cebú), las cuales mensualmente y en forma alterna recibieron dos estrategias de suplementación; una de tipo tradicional, consistente en una mezcla de 2,5 kg de maíz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) en partes iguales y 2,0 kg de un concentrado de tipo comercial (16% PC y 3 Mcal EM/kg MS) al momento de la ordeña; mientras la otra, consistió en 2,0 kg de sorgo y maíz en partes iguales más un pastoreo de dos horas de duración en el banco de proteína después de la ordeña. La dieta base estuvo formada por zacate estrella

de Africa (*Cynodon plectostachyus*) pastoreado en forma extensiva además de ensilaje de maíz a libre acceso. Se observó que la producción de leche no varió al alternarse el uso de forraje de *L. leucocephala* con el manejo tradicional; el consumo diario promedio de la leguminosa se estimó en 0.970 kg MS/animal. En esta estrategia de suplementación, se mantuvo el peso de los animales durante la época seca, sin cambios sustanciales en la producción de leche.

En el último caso se evaluó el comportamiento productivo de 6 vacas Holstein y 6 Suizo Americano, las cuales realizaron un pastoreo de dos horas de duración posterior a la ordeña de *L. leucocephala*. La leguminosa fue manejada en condiciones de riego, como una estrategia de suplementación a una dieta base de pasto bermuda *Cynodon dactylon*, ensilaje de maíz, punta de caña de azúcar o sorgo forrajero a libre acceso en dependencia de la época del año. Los animales recibieron además 1 kg de suplemento proteico (16% PC y 3 Mcal EM/kg MS) durante la ordeña. La inclusión de 3 kg

Cuadro 2. Otros usos comunes de especies arbóreas empleadas en sistemas silvopastoriles

Nombre común y científico	Uso
Cacanahual (<i>Gliricidia sepium</i>)	Medicinal
Cuastecomate (<i>Crecentia alata</i>)	Con la madera se elaboran cajones y fustes de silla de montar, la pulpa se utiliza como expectorante.
Guaje (<i>Leucaena leucocephala</i>)	Semillas alimento de humanos, desparasitante
Guácima (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	Apicultura, medicinal, tintas, herramientas, muebles, leña, construcciones rurales
Guamúchil (<i>Pithecellobium dulce</i>)	Semilla alimento para humano, leña, carbón, uso para construcciones rurales, carpintería, planta melífera. La corteza produce un tinte amarillo y contiene taninos.
Huizache (<i>Acacia farnesiana</i>)	Leña, carbón.
Mojo (<i>Brosimum alicastrum</i>)	Elaboración de café
Parota (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	Semilla alimento para humano, madera apreciada para muebles. Frutos verdes son astringentes.

(Morales, 1998)

MS/día de forraje de la leguminosa en la dieta, incrementó de 7.5 a 10 kg la producción diaria de leche en promedio, manteniendo el peso de los animales.

Del mismo modo, Palma *et al.* (2000), realizaron un análisis de un periodo de seis años con el manejo de bancos de proteína. Además de los aspectos productivos, se evaluaron aspectos de tipo económico, social y de formación de recursos humanos en la transferencia de esta tecnología para la región de trópico seco. En este contexto se demostró que una de las causas de mayor influencia en no tener más productores con resultados favorables con este tipo de tecnología, estuvo centrado en el mantenimiento de la *Leucaena* en forma productiva y estable dentro del sistema. Este fenómeno se relaciona con la necesidad de desarrollar una cultura que fomente y mantenga la asociación de leguminosas y gramíneas, pues se observó que éstas no son el centro de la atención de los ganaderos, aunque formen parte importante de la cadena productiva de un sistema pecuario (Cuadro 3).

Por otro lado, en el Cuadro 4, se indican algunos valores obtenidos en el pastoreo de *Leucaena leucocephala* con ovinos, considerando la altura inicial óptima entre 60 a 80 cm para el pastoreo. No se observaron modificaciones en los valores de proteína cruda para biomasa comestibles (diámetro menor a 4 cm de grosor), ni en el tiempo de recuperación, pero se incrementó el contenido de fibra detergente neutro con la mayor altura inicial de pastoreo. Al año del estudio, todos los tratamientos rebasaron la altura inicial de pastoreo, pues los animales no controlaron el desarrollo de la arborea, con lo cual se hace necesaria la poda aunque este fenómeno varió según el nivel utilizado.

Cuando se empleó *Leucaena leucocephala* para la engorda de corderos, se obtuvieron ganancias en peso por arriba de 150 g en todos los tratamientos, los cuales incluyeron niveles de 0, 10 y 20% de esta leguminosa en una dieta integral en estabulación (Cuadro 5). Al respecto, la sustitución de pollinaza por *L. leucocephala* proporcionó resultados económicamente viables tanto por la ganancia de peso como por

el consumo y conversión alimenticia obtenida (Cuadro 6). El consumo de estos niveles de *L. leucocephala* no originaron ningún efecto de intoxicación.

Utilización de cercas vivas

Este tipo de sistema es conocido por los productores, aunque no se difunden aquellas especies que pudieran tener uso como forraje, con lo cual se produciría una mayor cantidad de biomasa por hectárea, optimizando la disponibilidad en nuestras condiciones, en donde tiende a ser crítico en la época seca.

Es común observar en los potreros la presencia de cercas vivas; entre las especies observadas se indican las siguientes: el papelillo o cuajote (*Bursera simaruba*), el vainillo (*Sena atomaria*), el ciruelo (*Spondia mombi*), la guácima (*Guazima umlifolia*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), cuastecomate (*Crecentia alata*), asmol (*Zizypus mexicana*), brasil (*Haematoxylon brasileto*), cacahual (*Gliricidia sepium*), colorín (*Erythrina americana*), entre otras. Para nuestra ganadería este tipo de técnica es más un desarrollo empírico que científico; asimismo, es aleatoria más que sistemática.

En este aspecto, Pérez-Guerrero (1990) fue pionero en nuestro estado, al tratar de difundir diferentes especies de *Eritrina*; las especies incluidas en algunos predios ganaderos fueron: *E. berteriana*, *E. poeppigiana*, *E. fusca* y *E. costarricensis*, con material originario de Costa Rica.

Una de las especies con potencial para utilizarse como cerco vivo en Colima es el cacahual (*Gliricidia sepium*), árbol con múltiples funciones en los ranchos; especie que, por su riqueza genética y dispersión natural representa una opción para la ganadería de la región. Sin embargo su uso limitado se debe a experiencias desalentadoras, al obtenerse baja supervivencia al propagarse por esquejes o estacas. Este fenómeno está relacionado con un mal manejo en el proceso de establecimiento, pues se conoce que las estacas de 3 a 4 cm de grosor, con 1 m de largo como mínimo, enterradas en promedio de 20 a 30 cm y establecidas en mayo, permitieron obtener 75% de sobrevivencia en la región (Palma *et al.*, 1996).

Cuadro 3. Condición de los bancos de proteína que llegaron a la etapa final del proceso de transferencia de tecnología en el estado de Colima.

No.	Población	Condición	Infestación con psilido	Interés actual	Observaciones
7	Buena	Buena	No	Sí	-
10	Buena	Regular	No	No	Sobrepastoreo
3	Mala	Mala	No	No	Sobrepastoreo
4	Buena	Buena	No	Sí	-
5	Mala	Mala	No	No	Sobrepastoreo
2	Buena	Mala	No	No	Sobrepastoreo
6	X	X	X	X	Desapareció
9	X	X	X	X	Desapareció
1	Buena	Mala	No	No	Sobrepastoreo
8	Buena	Buena	No	Sí	-
Independiente	Buena	Buena	No	Sí	Sobrepastoreo

(Palma *et al.*, 2000).

Cuadro 4. Efecto de la altura inicial del pastoreo sobre las diferentes variables en estudio.

Variables	Altura inicial de pastoreo (cm)		
	60	80	100
Proteína cruda (%)	24.81 ± 1.18	24.11 ± 1.06	24.31 ± 0.92
Fibra detergente neutro (%)	55.31 ± 1.60 ^b	56.56 ± 1.21 ^{ab}	57.30 ± 0.90 ^a
Tiempo de recuperación (días)	55 ± 9	52 ± 8	54 ± 10

a,b distinta literal en fila significa diferencia estadística ($P < 0.05$). (Román, 1997).

Por otra parte, en forma oficial, en los últimos cinco años, se ha difundido de manera importante a través de las instituciones relacionadas con la reforestación, la especie *Caesalpinia platyloba*, conocida comúnmente como coral. Esta ha contribuido de manera importante al desarrollo de cerco vivo en diferentes potreros del estado; en particular, su éxito se debe a la baja gustocidad por los rumiantes y al reconocimiento de los productores por la especie dado su alto valor como poste (Deniz, 2003).

Asociación de árboles con forrajes

Este sistema considera la combinación múltiple de gramíneas, leguminosas herbáceas y de árboles, la asociación de cultivos tanto anuales como perennes que pueden ser establecidos con fines ya sea agrícolas o bien, agropecuarios. En la asociación múltiple (Cuadro 7), se obtuvieron los siguientes, resultados cuando en siembra directa se maneja una densidad de 19,740 plantas/ha de la arbórea, sobresalió la combinación de cacahual (*Gliricidia sepium*) + pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) + glicine (*Neonotonia wightii*) con 17.5 t de materia seca al año (Vizcaíno *et al.*, 2001).

Por otra parte, en el trabajo de Valle *et al.* (2004), la combinación con pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*) en la siembra directa de la leguminosa arbórea que se manejó en diferentes densidades, la combinación mejoró la producción de

biomasa al incorporar la arbórea en el sistema (Cuadro 8). En cuanto a la calidad nutritiva del pasto *Cenchrus ciliaris* y la *Gliricidia sepium* el tenor de proteína cruda y hemicelulosa fueron similares entre tratamientos. Sin embargo, se encontró diferencia significativa ($P < 0.05$) en el pasto sin asociarse, el cual tuvo un menor contenido de fracciones de fibra, lignina y celulosa, comparado con aquellos en que estaba presente la leguminosa. En la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, el pasto solo superó ($P < 0.05$) al tratamiento del pasto asociado a la leguminosa en baja densidad (Cuadro 9). Por otro lado, la calidad de *G. sepium* no se modificó ($P > 0.05$) por la densidad de siembra empleada (Cuadro 10).

Vinculación con productores e instituciones

El trabajo en sistemas silvopastoriles ha permitido tener contacto con diferentes actores del estado, como productores, fuentes de financiamiento (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología "CONACYT" y Fundación PRODUCE-Colima), instituciones federales (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales "SEMARNAT"), estatales (Secretaría de Desarrollo Rural "SEDER"-Colima). Esta vinculación ha permitido involucrar a estudiantes para la formación de recursos humanos tanto a nivel de pre como de posgrado.

Sin embargo, bajo las diferentes experiencias desarrolla-

Cuadro 5. Composición de las dietas en los diferentes niveles de inclusión dietética de heno de *Leucaena leucocephala*.

Ingredientes	Nivel de inclusión (%) de <i>Leucaena leucocephala</i>		
	0	10	20
Pasta de coco	5.0	5.0	5.0
Pulido de arroz	38.0	38.0	38.0
Melaza de caña	10.0	10.0	10.0
Pollinaza	34.0	24.0	14.0
Urea	1.5	1.5	1.5
Heno pasto Llanero (<i>Andropogon gayanus</i>)	10.0	10.0	10.0
Sal mineral	0.5	0.5	0.5
sal común	1.0	1.0	1.0
Leucaena	0.0	10.0	20.0
PC(%)	20.68	20.52	20.08
EM Mcal/ kg	3.03	2.96	2.94

(Palma y Huerta, 1999).

Cuadro 6. Resultados productivos y económicos en la inclusión de *Leucaena leucocephala* en la dieta de borregos.

Variable	Nivel de <i>Leucaena leucocephala</i> (%)		
	0	10	20
Peso inicial (kg)	16 ± 2.1	15.1 ± 2.5	13.5 ± 2.3
Peso final (kg)	30.1 ± 3.2	28.7 ± 2.1	27.8 ± 2.8
Ganancia diaria de peso (g)	157 ± 87	151 ± 90	159 ± 99
Consumo diario de <i>Leucaena</i> (g)	0	126 ± 40.3	243.5 ± 74.1
Consumo diario total (kg)	1.257 ± 0.425	1.263 ± 0.400	1.150 ± 0.300
Consumo gMS/kgPV ^{0.75}	105.8 ± 21.5	110.2 ± 20.1	111.3 ± 15.0
Consumo como % del peso vivo	5.2 ± 0.92	5.6 ± 0.85	4.7 ± 0.53
Costo dieta (kg)	\$1.14	\$1.06	\$0.99
Conversión alimenticia	7.5 :1	7.8 :1	9.0:1

(Palma y Huerta, 1999).

das se pueden hacer algunos comentarios:

- A pesar de que los productores poseen un conocimiento empírico sobre muchas especies nativas, pocas veces ellos las consideran como un elemento potencializador de su sistema.

- Se ha generado un acervo importante de literatura científica en estas últimas tres décadas en Latinoamérica, sin embargo, en la experiencia desarrollada, siempre es sorprendente que a nivel productivo exista desconocimiento de muchas especies arbóreas para ser incorporadas como parte de los sistemas ganaderos.

- La modificación de las políticas institucionales sobre el

desarrollo de sistemas silvopastoriles es limitada y en este contexto es necesario una mayor apertura para integrar esta tecnología a la visión forestal tradicional.

- Existen resultados importantes con productores en la incorporación de estos sistemas, sin embargo, es necesario cambiar la visión de inmediatez que la mayoría tenemos por una visión de incorporación progresiva al mediano y largo plazo, para tener un éxito duradero con este tipo de herramientas.

- En nuestro contexto, un factor importante a considerar es la visión política de nuestras autoridades, las cuales, pueden ser un

Cuadro 7. Rendimiento forrajero mediante cultivo en callejones con fines pecuarios.

Tipo de asociación	Materia seca anual (t/ha)
<i>Gliricidia sepium</i>	1 686b
<i>G. sepium</i> + <i>Cynodon nlemfuensis</i>	11 072a
<i>G. sepium</i> + <i>C. nlemfuensis</i> + <i>Sorghum bicolor</i>	12 500a
<i>G. sepium</i> + <i>C. nlemfuensis</i> + <i>Neonotonia wightii</i>	17 493a

a,b distinta letras en columna significa diferencia estadística (P<0.05), prueba de Tukey (Vizcaíno *et al.*, 2001).

Cuadro 8. Desarrollo y producción de biomasa de *Cenchrus ciliaris* - *Gliricidia sepium* sembrados en asociación.

Producción de biomasa	Tratamientos			EEM
	I	II	III	
Pasto (t/ha)	2.30 ^b	3.50 ^{ab}	5.20 ^a	0.84
Leguminosa (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). Prueba de Tukey.

EEM = Error estándar de la media.

I = *Cenchrus ciliaris*

II = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 5,000 plantas ha⁻¹.

III = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 14,285 plantas/ha⁻¹.

Cuadro 9. Valor nutritivo de pasto *Cenchrus ciliaris* asociado a *Gliricidia sepium*.

	Tratamientos			EEM
	I	II	III	
Materia seca (%)	43.0 ^a	42.0 ^a	41.0 ^a	1.4
Proteína cruda (%)	8.3 ^a	7.7 ^a	7.0 ^a	0.4
Fibra Detergente Neutro (%)	62.0 ^b	68.6 ^a	70.8 ^a	2.6
Fibra Detergente Ácido (%)	31.4 ^b	37.0 ^a	35.9 ^a	1.7
Hemicelulosa (%)	33.1 ^a	31.6 ^a	32.9 ^a	0.5
Lignina (%)	4.5 ^b	6.5 ^a	6.5 ^a	0.7
Celulosa (%)	26.9 ^b	30.5 ^a	31.4 ^a	1.4
Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (%)	53.4 ^a	44.0 ^b	49.0 ^{ab}	2.7

Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Prueba de Tukey.

EEM = Error estándar de la media.

I = *Cenchrus ciliaris*

II = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 5,000 plantas ha⁻¹.

III = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 14,285 plantas/ha⁻¹.

aliado estratégico para promocionar los sistemas silvopastoriles.

- Asimismo, es necesario implementar con los productores un esquema que modifique la concepción de los árboles en la ganadería, mediante procesos de corresponsabilidad pues el esquema presente ha llevado a una inversión poco exitosa y enfocada fundamentalmente a considerar esquemas de reforestación. Ahora bien recientemente se incorporan esquemas de pago ambiental y modificaciones de mayor compromiso por parte del productor para buscar el éxito en estos sistemas.

- La asistencia técnica dirigida es un factor importante de considerar, pues implica formar profesionales concientes del problema que junto con los productores puedan implementar técnicas con enfoque silvopastoril.

A manera de reflexión

- El conocimiento tanto empírico como científico, permite en el presente caso, indicar algunos sistemas silvopastoriles en el trópico seco de México.

- Se demuestra la biodiversidad arbórea del estado, la cual representa un potencial para el desarrollo de los sistemas silvopastoriles.

- El conocer nuestros recursos implica una opción para evitar la dependencia tanto de insumos como de tecnología; ambos factores son adversos para los sistemas

Cuadro 10. Valor nutritivo de *Gliricidia sepium* asociado con pasto "buffel".

	Tratamientos			EEM
	I	II	III	
Materia seca (%)	--	28.0	27.0	1.3
Proteína cruda (%)	--	18.3	18.6	0.2
Fibra Detergente Neutro (%)	--	34.9	35.2	0.2
Fibra Detergente Ácido (%)	--	15.6	14.4	0.6
Hemicelulosa (%)	--	19.3	20.8	0.8
Lignina (%)	--	6.2	4.8	0.7
Celulosa (%)	--	9.4	9.6	0.1
Digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca (%)	--	75.9	75.1	0.4

Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ($P < 0.05$). Prueba de Tukey.

EEM = Error estándar de la media.

I = *Cenchrus ciliaris*

II = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 5,000 plantas ha⁻¹.

III = *Cenchrus ciliaris* más *Gliricidia sepium* 14,285 plantas/ha⁻¹.

En este tipo de asociaciones, existe un rechazo inicial de los animales a consumir la leguminosa arbórea, atribuible al ecotipo nativo utilizado, sin embargo, después de un periodo de aprendizaje la *Gliricidia sepium* es consumida adecuadamente. Este fenómeno se observó en bovinos tanto jóvenes como adultos, con variaciones en el grosor del tallo consumido de la arbórea (Macías y Palma, 2001; Palma *et al.*, 2003).

agropecuarios del trópico.

- Es necesario desarrollar una cultura hacia la conservación y multiplicación de los árboles en los diferentes sistemas agropecuarios, no sólo en Colima, sino también en el país, y en el mundo, en general.

- El compromiso es buscar estrategias para detener la devastación que se realiza, en donde México es uno de los países con mayor índice de deforestación, por lo cual, en nuestra área de influencia es vital el aportar los elementos necesarios para obtener sistemas silvopastoriles, sostenibles, productivos y económicamente rentables.

- Es necesario continuar con la creación de una nueva perspectiva que modifique la interpretación del uso de los árboles en la ganadería tropical por todos los actores involucrados.

Literatura citada

- Álvarez, F. J., y L. Ávalos. 1984. Utilización de la *Leucaena* como forraje para la alimentación de bovinos en México. FIRA. Boletín Informativo 16(153):1-72.
- Araya, J., J. Benavides., R. Arias., y A. Ruiz. 1994. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. En árboles y arbustos forrajeros en América Central. Editor: Jorge Evelio Benavides. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 1. pp. 31-63.
- Cervantes, N. 1988. Fonctionnement del élevages bovins mixtes, en milieu tropical mexicain (etat de Colima). Analyse zootechnique et diversite genetique, perspectives d'amelioration. These doctorat USTL. 242 p.
- Choisy, J. P. 1988. Fonctionnement des élevages bovins mixtes, en milieu tropical mexicain (etat de Colima). These doctorat USTL. 242 p.
- Deniz, A. 2003. Siembra directa, experiencia exitosa en el estado de Colima. FORESTAL XXI. 6(3):23-24
- Febles, G., T.E. Ruiz., y L. Simón. 1995. Consideraciones acerca de la integración de los sistemas silvo-pastoriles a la ganadería tropical y subtropical. XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. pp. 55 - 63.
- Flores, O. 1994. Caracterización y evaluación de follajes arbóreos para la alimentación de rumiantes en el departamento de Chiquimula, Guatemala. En árboles y arbustos forrajeros en América Central. Editor: Jorge Evelio Benavides. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 1. pp. 117-133.
- Ibrahim, M., A. Camero., J.C. Camargo., y H.J. Andrade. 1999. Sistemas Silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. Cali, Colombia, 25 al 27 de Octubre de 1999. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Memorias.htm>
- Ibrahim, M., L. t'Mannetje., and S. Ospina. 2003. Prospect and problems in the utilization of tropical herbaceous and woody leguminous forages. VI International Symposium on the nutrition of herbivores. Proceedings of an International Symposium held in Mérida, México, 19-24 October 2003. pp. 35-55.
- Krishnamurthy, L., y J.A. Leos-Rodríguez. 1994. Agroforestería en Desarrollo (Educación, Investigación y Extensión). Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 281 p.
- Macedo, R., y J.M. Palma. 1996. Transferencia de tecnología en aspectos forrajeros para la ganadería del estado de Colima. El caso de los bancos de proteína *Leucaena leucocephala*. IX Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria. PICP-U. de Colima. Manzanillo, Colima, México. pp. 105 - 110.
- Macedo, R., y J.M. Palma. 1998. Evaluación productiva y económica del manejo de bancos de proteína *Leucaena leucocephala* en Colima, México. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15:460-471.
- Macedo, R., y J. Castellanos. 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. Rev. Avances en Investigación Agropecuaria. 8(3):39-50
- Macías, L.M., y J.M. Palma. 2001. Hábitos de pastoreo y adaptación de *Gliricidia sepium* en un banco de protefna. II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. 20 al 22 de junio del 2001. Villahermosa, Tabasco.
- Martínez, F. 1996. Ganadería bajo frutales. Sistema silvopastoril en el rancho «El Destino», Tecomán, Col., México. En pastoreo intensivo en zonas tropicales. 1er. Foro Internacional. FIRA-Banco de México. 7 al 9 de noviembre. Veracruz, México.
- Mendizábal, G., F. Marroquín., E. Ríos., R. Arias., y J. Benavides. 1994. Identificación y caracterización de plantas silvestres utilizadas en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. En árboles y arbustos forrajeros en América Central. Editor: Jorge Evelio Benavides. CATIE. Turrialba, Costa Rica. Volumen 1. pp. 65-93.
- Morales, A. 1998. Composición química-nutricional de algunos árboles como alternativa alimentaria para rumiantes en el trópico seco. Tesis Licenciatura. FESC-UNAM.
- Morales, A., M.A. Aguirre., y J.M. Palma. 1998. Estudio químico-nutricional de follaje y fruto de diferentes especies leñosas en condiciones del trópico seco. Memorias del III Taller Internacional Silvopastoril. Los árboles y arbustos en la ganadería. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. 25 al 27 de noviembre de 1998. pp. 41-44.
- Murgueitio, E. 1999. Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia. Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible Cali, Colombia, 25 al 27 de Octubre de 1999. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Memorias.htm>
- Palma, J.M., A. Topete., y M.A. Galina. 1992. Tablas del valor nutritivo de los alimentos para bovinos en el trópico seco. V Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria. Colima, México. pp. 82 - 87.
- Palma, J.M., C. Delgado., A. Rodríguez., y M.A. Aguirre. 1995. Composición química y digestibilidad de tres leguminosas arbóreas. 1er. Simposium Estatal de Ciencia y Tecnología. U. de Colima. Colima, México. pp. 6.
- Palma, J.M., L. Santiago., y A. Palma. 1996. Efecto del diámetro de estaca sobre la sobrevivencia en *Gliricidia sepium*. Taller Internacional «Los árboles en los sistemas de producción ganadera». 26-29 noviembre. pp. 24.
- Palma, J.M., y R. Flores. 1997. Aproximación al estudio de la vegetación arbórea del estado de Colima, México. X Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria, Trópico '97. Barra de Navidad, Jalisco. pp. 88-90.
- Palma, J.M., y A. Huerta. 1999. Engorda de ovinos en confinamiento con diferentes niveles de inclusión de heno de *Leucaena leucocephala*. VI Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. 28 al 30 de octubre de 1999. Cali, Colombia. www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/P-Palma.htm (consultado el 4 de abril 2005).
- Palma, J.M., y J.A. Fernández. 1999. Una estrategia revolucionaria en la engorda de bovinos en pastoreo. 1er Seminario Internacional de Producción Pecuaria. SIPPEC '99. Jalisco, México.
- Palma, J.M., T. Ruiz., y H. Jordán. 2000. Banco de proteína con *Leucaena leucocephala* «Una experiencia de transferencia de tecnología en sistemas silvopastoriles en México». Ed. AgroSystems Editing, Colima, México. 58 pp.
- Palma, J.M., L. Díaz., y J. Hummel. 2003. Pasturing behaviour of pre-weaned calves on a protein bank of *Gliricidia sepium*. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 3:131-134
- Palma, J.M. 2005. Los árboles en la ganadería tropical. Revista Avances Investigación Agropecuaria (AIA). 9(1):1-9
- Pérez-Guerrero, J. 1979. *Leucaena* leguminosa tropical mexicana: usos y potencial. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Investigación y de Enseñanza en Zootecnia. pp. 6-36.
- Pérez-Guerrero, J. 1990. Propuesta para el desarrollo de la ganadería tropical para el estado de Colima. FIRA. Colima, México. Mimeógrafo.
- Pinto, R., H. Gómez., B. Martínez., A. Hernández., F. Medina., L. Ortega., y L. Ramírez. 2004. Especies forrajeras utilizadas bajo silvopastoreo en el centro de Chiapas. Rev. Avances en Investigación Agropecuaria. 8(2): 53-67.
- Román, L. 1997. Determinación de altura inicial al pastoreo de *Leucaena leucocephala* en un banco de proteína para ovinos. Tesis Maestría. FMVZ-U. de Colima. Colima, México. 75 pp.
- Russo, R. 1994. Los Sistemas agrosilvopastoriles en el contexto de la agricultura sostenible. Agroforestería en las Américas. Abr-jun:10-13.

- Ruiz, T.E., y G. Febles. 1987. *Leucaena*: una opción para la alimentación bovina en el trópico y subtrópico. EDICA. Instituto de Ciencia Animal del Ministerio de Educación Superior de La Habana, Cuba. 200 pp.
- Ruiz, T. E., H. Jordán., L.A. Corbea., A. Valencia., M.A. Galina., J.M. Palma., F. Olea., R. Fernández., J. Pérez-Guerrero., y J. Ruiz. 1995. Resultado de la introducción de la tecnología de bancos de proteína de *Leucaena* en el estado de Colima, México. Seminario Científico Internacional. XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. ICA. La Habana, Cuba. pp. 86 - 89.
- Ruiz, T.E. y G. Febles. 1999. Sistemas silvo-pastoriles. «Conceptos y tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba». EDICA, La Habana, Cuba. 34 pp.
- Sánchez, M., M. Rosales., y E. Murgueitio. 2003. Agroforestería Pecuaria en América Latina. En Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica II. Editores Sánchez, M y Rosales, M. Roma, Italia. No. 155. pp 1-12
- Valle, J. L., J.M. Palma., y L. Sanginés. 2004. Biomasa y composición nutricional de la asociación *Cenchrus ciliaris* - *Gliricidia sepium* al establecimiento. Rev. Avances en Investigación Agropecuaria. 8(2):79-85.
- Vizcaíno, A., J.M. Palma., y T.E. Ruiz. 2001. Asociación de *Gliricidia sepium* con gramíneas y leguminosas en el trópico seco de México. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35(2): 175-181.
- Vázquez-Yanes, C., y A.I. Batis. 1996. La restauración de la vegetación, árboles exóticos contra árboles nativos. Revista Ciencias. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 43:16-23.