

Evaluación productiva y económica del manejo de bancos de proteína *Leucaena leucocephala* en Colima, México¹

Productive and economical evaluation of *Leucaena leucocephala* protein bank management in Colima, Mexico

R. Macedo² y J. M. Palma³

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue la evaluación productiva y económica del manejo de bancos de proteína (*Leucaena leucocephala*) en sistemas bovinos de doble propósito en el estado de Colima, México. Se consideraron tres estudios de caso en aquellos ranchos en donde se estableció con éxito la leguminosa, comparándose en forma aditiva o sustitutiva con las estrategias tradicionales de suplementación. Se evaluó la producción de leche, el peso vivo, la condición corporal y la utilidad bruta del sistema, entendida como la utilidad total menos los costos por uso de suplementos. El uso de *L. leucocephala* produjo un incremento significativo de 1,0 hasta 2,5 kilogramos por animal manteniendo además, el peso vivo y la condición corporal durante la época seca. En el aspecto económico se obtuvo una utilidad bruta del 25, 30 y 90%, propiciada por la disminución en el costo total de la suplementación y/o el aumento de la producción de leche. Asimismo, el ataque del "psilido" (*Heteropsylla cubana*) fue la principal limitante para la utilización de la tecnología. Se concluye que la inclusión de los bancos de proteína favoreció productiva y económicamente a los sistemas bovinos de doble propósito, a pesar de la presencia de la plaga *Heteropsylla cubana*.

Palabras claves: *Leucaena leucocephala*, banco de proteínas, análisis económico, producción de leche, doble propósito

Abstract

A study was conducted to determine productive and economical effects caused by a protein bank (*Leucaena leucocephala*) technology utilization in dual-purpose bovine production systems in Colima, Mexico. Three case studies were carried out in ranches where the plant was successfully established, to compare the

Recibido el 13-11-1997 ● Aceptado el 26-02-1998

1. Proyecto 2464PB financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) - México.

2. PICIP Posgrado Interinstitucional en Ciencias Pecuarias Universidad de Colima, AP 22 Colima, Colima, 28000 México.

3. CUIDA, Universidad de Colima, AP 22 Colima, Colima, 28000 México. Correspondencia al autor

effect of addition or withdrawal of the protein bank with traditional supplementation strategies. The parameters evaluated were individual milk production, live weight, body condition and brute economical utility (total utility – supplementation cost). The addition of *L. leucocephala* increased significantly milk production from 1.0 to 2.5 kg and maintained the level of animal live weight and the body condition. Economically, there was an increment of 25, 30 and 90% in brute utility caused by a reduction in the supplementation cost and / or increase in the milk production. It can be concluded that technology utilization improved productivity and cost efficiency of a dual-purpose bovine production system, even in the presence of the damage caused by *Heteropsylla cubana*.

Key words: *Leucaena leucocephala*, protein bank, economical evaluation, milk production, dual-purpose cattle

Introducción

La Universidad de Colima desde 1982 trabaja para mejorar los sistemas de producción en el área agropecuaria del Estado, al respecto, la información generada sobre el análisis, diagnóstico y sugerencias para los sistemas encontrados en Colima, México fué señalada con anterioridad (18). Asimismo, en la actividad ganadera, diferentes autores plantearon algunas alternativas para la producción bajo las condiciones agroecológicas de la región, sobretodo aquellas que favorezcan la alimentación en la época de sequía, momento crítico para los sistemas de doble propósito tanto en cantidad como en calidad forrajera (9). En este sentido, se desarrolló un programa de transferencia de tecnología, mediante

el uso de *Leucaena leucocephala* como banco de proteína para los sistemas bovinos de doble propósito en el trópico seco. Este proyecto consideró mediante un convenio, la colaboración de instituciones de investigación de Cuba (Instituto de Ciencia Animal y la Estación de Pastos y Forrajes «Indio Hatuey») y de un grupo nacional multi-institucional (17). Los resultados de las etapas de siembra y establecimiento fueron descritas con anterioridad (17), quienes confirman la viabilidad de los bancos en condiciones productivas. Siendo motivo del presente trabajo, la evaluación productiva y económica por la utilización de esta tecnología en sistemas de doble propósito en la región del trópico seco mexicano.

Materiales y métodos

El estado de Colima se localiza en la parte media de la vertiente del Pacífico, entre la derivación de la Sierra Madre Occidental y la estribación de la Sierra Madre del Sur, entre los

paralelos 18°41' y 19°39' latitud norte y los meridianos 103°30' y 104°41' longitud oeste (figura 1).

De un programa sobre transferencia de tecnología de banco de

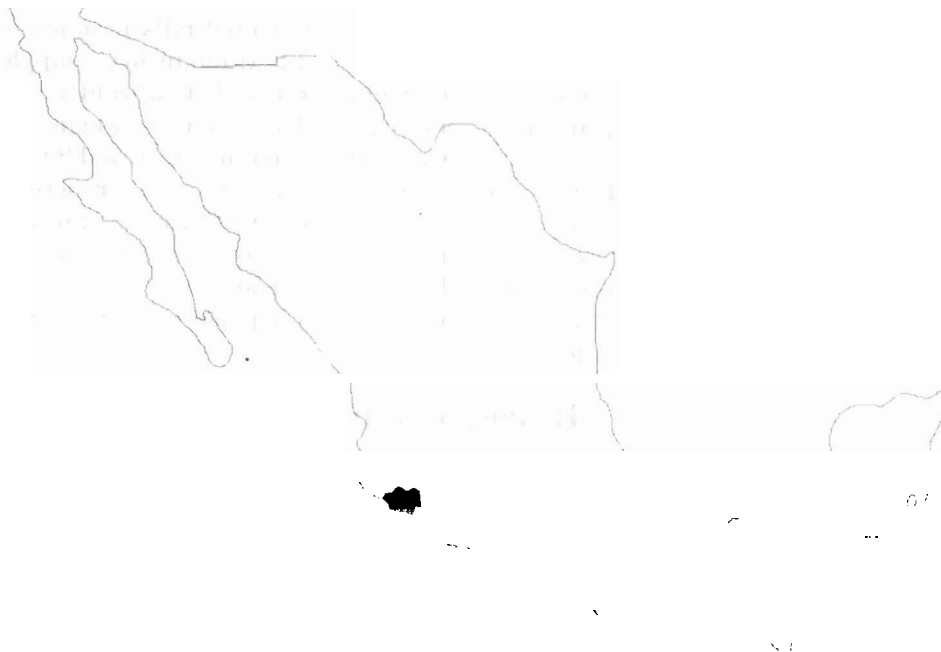


Figura 1. Localización del estado de Colima, México.

proteína (*Leucaena leucocephala*), se sembraron 61 ha beneficiando a 22 productores, de los cuales 16 lograron su establecimiento (30 ha) (17). De este último grupo fueron seleccionados tres productores por llegar a esta etapa y dividir sus potreros para realizar un pastoreo rotacional. Las características de los ranchos se describen en el cuadro 1.

Caso “El Bajío”. Se realizó un estudio comparativo entre 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. Uno de ellos recibió el manejo tradicional, el cual, consistió de pastoreo en vegetación nativo o pasto estrella de Africa (*Cynodon plectotasyus*) y 1 kg de un concentrado 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 proteínas. El análisis estadístico fue un diseño de bloques al azar y prueba de Tukey para diferencia múltiple de medias.

Caso “Higuera alta”. Se evaluó el comportamiento productivo de un grupo de nueve vacas doble propósito (Suizo x Cebú), que representaba el 75% de los animales en ordeña, 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.

Caso "El Espinal". La propuesta para este caso, fué evaluar el comportamiento productivo de 6 vacas Holstein y 6 Suizo Americano, que representaban el 80% de los animales en ordeña, 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 consistente en pasto bermuda *Cynodon dactylon* pastoreado en forma extensiva, ensilaje de maíz, punta de caña 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. Los resultados fueron comparados con los registros productivos y económicos obtenidos el

año anterior (1995) con la suplementación tradicional.

Las variables evaluados en los diferentes estudios fueron las siguientes:

Productivas:

Producción de leche en forma individual utilizando una báscula mecánica.

Peso vivo mediante el uso de barimetría, utilizando las fórmulas desarrolladas en la región (11).

Condición corporal utilizando una escala del 1 al 5 (5).

Producción de materia seca de *L. leucocephala*: se evaluó antes de cada pastoreo utilizándose como grosor máximo de consumo un diámetro de tallo de 5 mm (valor previo obtenido en un pastoreo de adaptación).

Consumo de *L. leucocephala*: el valor anterior se consideró como la oferta de forraje antes de cada pastoreo y se le restó el rechazo obtenido después del pastoreo medido con el mismo sistema.

Económicos:

Costo unitario del forraje de *L. leucocephala*

Utilidad bruta del sistema de producción (utilidad total - costo de suplementación).

Resultados y discusión

Caso "El Bajío". La inclusión de 0,8 kg MS/animal/día de *Leucaena* en la dieta en este caso, incrementó significativamente la producción de leche ($P < 0,05$), de 1,3 a 2,0 litros por animal, con un coeficiente de variación de 9,87 (cuadro 2). Ese aumento concuerda con el rango de un 30%

encontrado en otros trabajos al adicionar el uso del banco de proteína (10). Además, no se observó diferencia en cuanto al peso vivo y la condición corporal entre ambos grupos. En la figura 2 se observa la evolución de la producción de leche la cual tiende a disminuir en ambos casos, fenómeno

Cuadro 1. Descripción de las características de los ranchos en los tres casos de estudio.

Rancho	El Bajío	Higuera Alta	El Espinal
Tiempo de estudio	Julio a octubre 1995	Enero a octubre 1996	Enero a septiembre 1996
Ubicación	Municipio de Comala	Municipio de Comala	Municipio de Villa de Alvarez
Altitud (msnm)	600 m	560 m	420 m
Temperatura media	24° C	24° C	25° C
Precipitación pluvial	1050 mm	1200 mm	1000 mm

Cuadro 2. Comparación de medias de tratamiento por Tukey para producción de leche, peso vivo y condición corporal en el rancho "El Bajío".

	Con <i>L. leucocephala</i>	Sin <i>L. leucocephala</i>
Producción de leche	6,35 ^a	4,90 ^b
Condición corporal	2,80	2,63
Peso vivo	388,00	377,75

a, b letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas (P < 0,05).

Cuadro 3. Análisis económico comparativo de la adición del banco de proteína como suplemento al uso de concentrado comercial (tradicional) en el rancho "El Bajío".

	Tradicional	Banco de proteína
Suplemento utilizado (kg/día)	15	15
Costo unitario suplemento *	0,19	0,19
Leucaena utilizada (kg MS/día)		12
Costo unitario leucaena *		0,13
Costo diario de la suplementación *	2,85	4,41
Producción de leche diaria	74	96
Precio unitario leche *	0,25	0,25
Valor de la producción *	18,50	24,00
Utilidad bruta del sistema de alimentación *	15,65	19,59

*Dólares estadounidenses. Tipo de cambio 7,80 pesos mexicanos por dolar

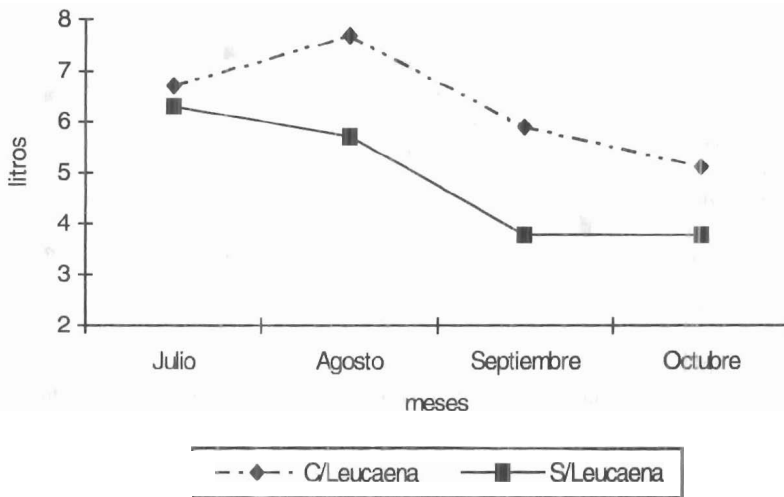


Figura 2. Producción de leche en el rancho “El Bajío” comparando el uso de la *Leucaena leucocephala* contra un manejo tradicional.

relacionado con la alimentación base al decrecer en calidad y con el incremento en los días de lactancia, sin embargo, tiende a ser productivamente mejor en el caso que incluyó *L. leucocephala*. Por otra parte, en las figuras 3 y 4 se aprecia como el uso del banco de proteína mantiene el peso vivo y la condición corporal de los animales en niveles aceptables para las condiciones de trópico seco, mejorando estos parámetros aunque sin diferencia estadística ($P > 0,05$).

La evaluación económica mostró un costo por kilogramo de materia seca de *L. leucocephala* durante el periodo de utilización de USD\$ 0,13, considerando un costo de producción de USD\$ 390,00 por hectárea y una producción de 3 toneladas de materia seca.

En el cuadro 3, se muestra un aumento de un 30% en la producción

de leche, con un incremento de 25% en la utilidad bruta del sistema, como consecuencia de la utilización del banco de proteína, no obstante elevarse en un 50% el costo total de la suplementación por considerar el suplemento comercial más la leguminosa arbórea.

Caso “Higuera alta”. En este caso no existió variación en la producción de leche al sustituirse en forma alterna en un 20 y 100% el uso de granos y concentrado comercial respectivamente con forraje de *L. leucocephala*, cuyo consumo promedio se estimó en 0,970 kg MS/animal/día. Asimismo, con esta estrategia de suplementación, fue posible mantener el peso de los animales durante la época seca sin cambios sustanciales en la producción de leche (figura 5).

En cuanto al aspecto económico, el costo unitario de forraje de *Leucaena* fue el más alto de los tres casos, al

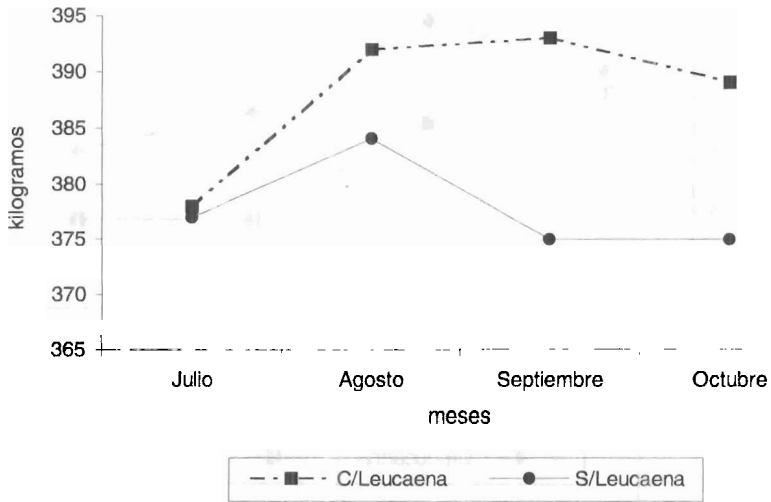


Figura 3. Peso vivo en animales en el rancho “El Bajío” comparando el uso de la *Leucaena leucocephala* contra un manejo tradicional

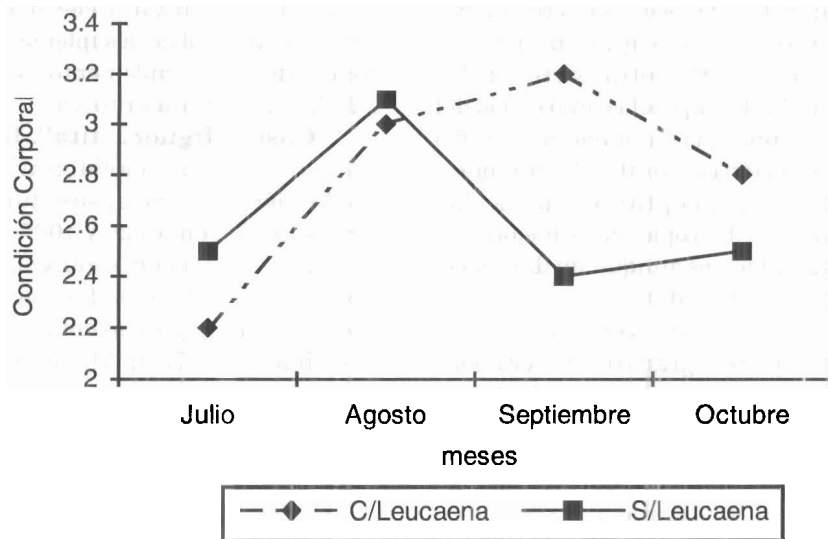


Figura 4. Condición corporal en animales en el rancho “El Bajío” comparando el uso de la *Leucaena leucocephala* contra un manejo tradicional

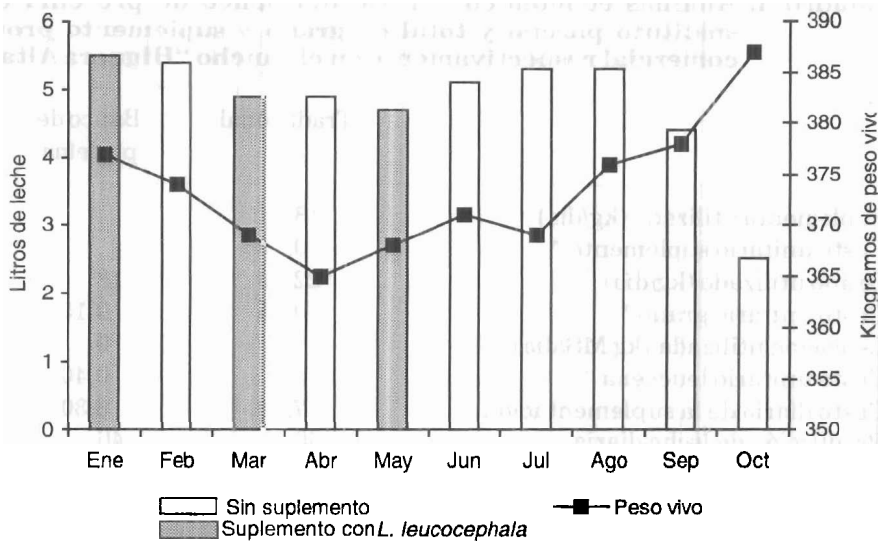


Figura 5. Efecto de la suplementación con *Leucaena leucocephala* en la producción de leche y el peso vivo de un hato doble propósito en el rancho "Higuera Alta"

estimarse en USD\$ 0,40 considerando un costo de producción de USD\$ 500,00 por unidad de superficie, con una producción de 1229 kg MS/ha. Este bajo rendimiento de materia seca, estuvo relacionado con la presencia del "psilido" (*Heteropsylla cubana*), plaga que se considera como una limitante importante de este cultivo en otras partes del mundo (12, 15), en Latinoamérica (19) y en el caso específico de Colima señalado con anterioridad (14), reduciendo la producción de biomasa y por lo tanto su utilización. Asimismo, los resultados mostraron que la incorporación de la *L. leucocephala* como sustituto parcial y total al uso de granos y concentrado comercial, conllevó a un incremento de un 30% en la utilidad diaria, fenómeno

relacionado con la disminución en el costo de la suplementación (20%), sin existir aumento en la producción de leche, aunque sí un efecto positivo en el peso vivo (cuadro 4).

Caso "El Espinal". La inclusión de 3 kg MS/vaca/día de forraje de la leguminosa en la dieta, produjo un incremento en leche de 7.5 a 10 kg/vaca/día en promedio durante 260 días de lactancia, con el máximo nivel durante el periodo de secas (Enero a Mayo). Al respecto, se mencionaron producciones similares en diversas pruebas de utilización del banco de proteína como estrategia de suplementación con ganado lechero en México (7, 8). Asimismo, se mantuvo el peso vivo durante esta época, con una disminución de un 7% (29 kg), lo cual coincidió con la etapa de máxima

Cuadro 4. Análisis económico del uso del banco de proteína como sustituto parcial y total de grano y suplemento proteico comercial respectivamente en el rancho "Higuera Alta"

	Tradicional	Banco de proteína
Suplemento utilizado (kg/día)	18	
Costo unitario suplemento *	0,22	
Grano utilizado (kg/día)	22,50	18
Costo unitario grano *	0,15	0,15
Leucaena utilizada (kg MS/día)		9
Costo unitario leucaena *		0,40
Costo diario de la suplementación *	7,33	6,30
Producción de leche diaria	45	46
Precio unitario leche *	0,25	0,25
Valor de la producción *	11,25	11,50
Utilidad bruta del sistema de alimentación *	3,92	5,20

*Dólares estadounidenses. Tipo de cambio 7,80 pesos mexicanos por dolar

producción (figura 6).

En la evaluación económica de este rancho, el costo fué de USD\$ 0,07 por kg de MS, al estimarse una producción de 10 toneladas de MS/ha con un costo de producción de USD\$ 700.00 por hectárea. La utilidad bruta en este sistema fue del 90%, originada por la disminución en el costo de la suplementación de un 80% y un incremento en la producción de leche estimado en un 30% (cuadro 5). Esto contrasta con lo observado por otros autores (1) quienes mencionaron la escasa posibilidad de establecimiento de la *L. leucocephala* bajo condiciones de riego, como consecuencia de su poca rentabilidad con respecto a otros cultivos.

Los resultados de producción de leche en general mostraron similitud con algunas experiencias en diferentes estados de México, pero

desafortunadamente en esos casos, solo indicaron mejoría por utilización de la *Leucaena*, sin tener resultados cuantificables (1).

La inclusión de *Leucaena* en los sistemas de alimentación de los ranchos "Higuera Alta" y "El Espinal", evitó la pérdida de peso en ambos casos durante la época seca, fenómeno favorable dada la característica de pérdida de peso en los sistemas pecuarios de la región (3, 4, 13).

Por lo que respecta a la disminución en los costos de suplementación como resultado del uso de la tecnología en el rancho "El Espinal", esta fue superior a otros resultados (20), quien encontró para este concepto, un valor de 56%, a su vez superior al logrado en el rancho "Higuera alta" (20%), fenómeno que pudo estar relacionado con la presencia del "psilido" (*Heteropsilla cubana*).

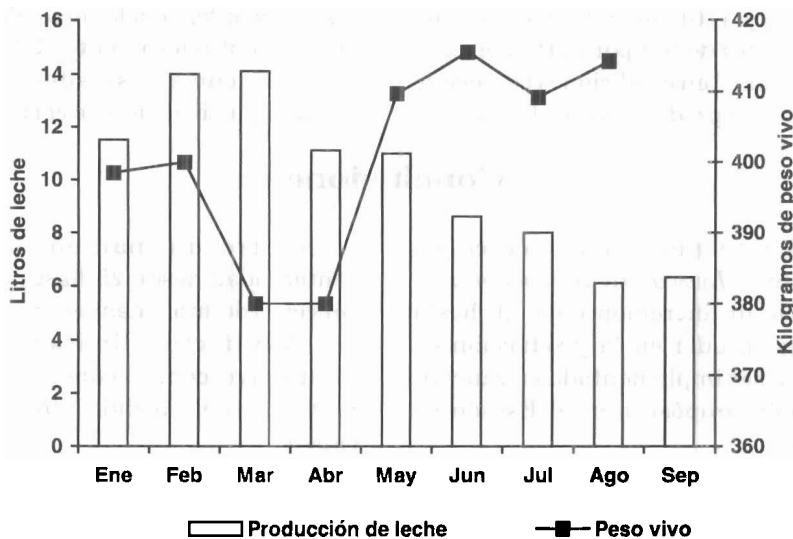


Figura 6. Influencia de la suplementación con *Leucaena leucocephala* en la producción de leche y el peso vivo en el “Rancho El Espinal” en condiciones de trópico seco.

En lo referente a la producción de materia seca, esta se puede considerar pobre en el caso de los ranchos “Higuera Alta” y “El Bajío” con

1,2 y 3,0 t/ha/año, comparados con las producciones señaladas para la zona de trópico seco en México (6) quienes encontraron valores promedio de 8,8

Cuadro 5. Análisis económico comparativo del uso del banco de proteína como sustituto parcial de suplemento proteico comercial (tradicional) en el rancho “El Espinal”

	Tradicional	Banco de proteína
Suplemento utilizado (kg/día)	40	12
Costo unitario suplemento *	0,23	0,23
Leucaena utilizada (kg MS/día)		36
Costo unitario leucaena *		0,07
Costo diario de la suplementación *	9,20	5,28
Producción de leche diaria (lt)	90	120
Precio unitario leche *	0,25	0,25
Valor de la producción *	22,50	30,00
Utilidad bruta del sistema de alimentación *	13,30	24,72

*Dólares estadounidenses. Tipo de cambio 7,80 pesos mexicanos por dolar

t/ha/año y (16) con 8,1 t/ha/año bajo condiciones de temporal. Para el caso "El Espinal" en condiciones de riego se obtuvo una producción de 10 t/ha/año,

resultado inferior a lo señalado por (2) quienes obtuvieron entre 27,2 a 33,4 t/ha/año con densidades altas de siembra y utilización de corte.

Conclusiones

La tecnología de banco de proteína (*Leucaena leucocephala*) propició un incremento de 1,0 hasta 2,5 kg/vaca/día en la producción de leche al ser implementada en ranchos de doble propósito en el Estado de Colima.

En cuanto al aspecto económico

se mostró un margen bruto de rentabilidad desde 25 hasta 85% por concepto de suplementación.

Un factor limitante tanto productivo como económico fue la presencia del "psilido" *Heteropsylla cubana*.

Literatura citada

1. Alvarez, F. J. y L. Avalos. 1984. Utilización de la *Leucaena* como forraje para la alimentación de bovinos en México. FIRA. Boletín Informativo 16 (153): 1 - 72.
2. Betancourt, J.R., J.V. Eguiarte y B.J. Becerra. 1987. Comparación de alturas y frecuencia de corte en *Leucaena* con dos densidades de siembra. INIFAP. p. 179 -180. En: Reunión de Investigaciones Pecuarias en México.
3. Cervantes, N. 1988. Fonctionnement del elevages bovins mixtes, en milieu tropical mexicain (etat de Colima)-Analyse zootechnique et diversite genetique, perspectives d'amelioration. These doctorat USTL. 242 p.
4. Choisis, J.P. 1988. Fonctionnement des elevages bovins mixtes, en milieu tropical mexicain (etat de Colima). These doctorat USTL. 242 p.
5. Edmonson, A.J., I. J. Lean, L.D. Weaver; T. Farver and G. Webster. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. Dairy Science 72(1).
6. Eguiarte, J.A., A. González y R. Hernández. 1993. *Leucaena* o huaje. Recomendaciones para su establecimiento y manejo. CIPEJ, INIFAP, SAGAR. No. 8.
7. FIRA. 1978. Memoria área tropical. Centro de adiestramiento y demostración para la producción de leche bajo pastoreo "El Tamarindo". p. 17 - 25. En: Reunión de encargados de Programas de Demostración del FIRA. Banco de México. FIRA Morelos, México.
8. Flores-Ramos, J. F. 1979. *Leucaena leucocephala* para la producción de leche; efecto de la suplementación con *Leucaena* en vacas pastoreando. Producción Animal Tropical 4: 53-58
9. Galina, M., J.M. Palma, E. Silva y J. Hummel. 1991. Un programa aplicado del método de sistemas el caso del trópico mexicano Colima. Sistemas de Producción. Capítulo VII. UNAM-U. de Colima. México.
10. Jordán, H. 1992. La importancia de las leguminosas en el trópico. p. 111. En: V Reunión de Avances en Investigación Agropecuaria. Colima, México.
11. Maldonado, F. 1987. Determinación de fórmulas barimétricas para vacas y vaquillas en dos municipios de estado de Colima. Tesis Licenciatura.

- Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. México. 35 p.
12. Moog, F.A.. 1992. *Heteropsylla cubana*. Impact on feeding systems in South-West Asia and the Pacific. Legume trees and other trees as protein sources for livestock. Editores Speedy, A y Pugliese. FAO Animal Production and Health Paper 102.
 13. Muench, P., J. Romero, C. Ramírez, C. Hernández, Y. Covarrubias, V. Sánchez, L. García y V. Santoyo. 1992. La producción agrícola en el estado de Colima. Universidad Autónoma de Chapingo. Editorial Futura, S.A. México.
 14. Pérez-Guerrero, J. 1990. Estudio de *Heteropsylla cubana* en algunas especies de *Leucaena* en México. p. 108. En: Anais da 12ª Reuniao da ALPA. Campinas, S.P. Brasil.
 15. Reynolds, L and S. Bimbuti. 1993. The leucaena psyllid in the coast Province of Kenya. *Agroforestry Today* 5:21.
 16. Román, L. 1997. Determinación de altura inicial al pastoreo de *Leucaena leucocephala* en un banco de proteína para ovinos. Tesis de Maestría. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 76 p.
 17. 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. p. 86 - 89. En: Seminario Científico Internacional. XXX Aniversario Instituto de Ciencia Animal. ICA. La Habana, Cuba.
 18. Schillizzi, S., B. Rey y M. A. Galina. 1994. Fonctionnement des systemes agraires. Etat de Colima, Mexique. INRA-SAD/Universite de Colima/ICRA. 359p
 19. Shultze-Kraft. 1994. El "psyllid" de *Leucaena* también puede ser un problema en América Tropical. Nota de Investigación. *Pasturas Tropicales* 16 (2).
 20. Urdaneta, F. 1996. Evaluación económica de la sustitución de alimento concentrado por leguminosas forrajeras arbóreas en la alimentación de rumiantes. p. 135 - 145. En: T. Clavero (Ed.). *Leguminosas Forrajeras Arbóreas en la Agricultura Tropical*. Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes. Universidad de Zulia.