

**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA  
CONSERVACIÓN  
ESCUELA DE POSGRADO**

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE TOMA DE DECISIONES PARA ADOPCIÓN DE  
BANCOS DE PROTEÍNA DE LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*) Y SU EFECTO  
COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL PARA VACAS LACTANTES EN SISTEMAS  
DOBLE PROPÓSITO EN EL CHAL, PETÉN, GUATEMALA

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de  
Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical  
de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por el grado de:

*Magister Scientiae* en Agroforestería Tropical

Por


Henry Turcios Samayoa

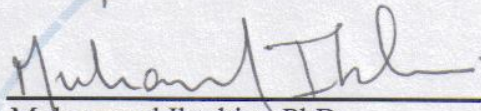
Turrialba, Costa Rica, 2008

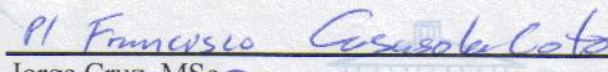
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE, y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:


**Magister Scientiae en Agroforestería Tropical**

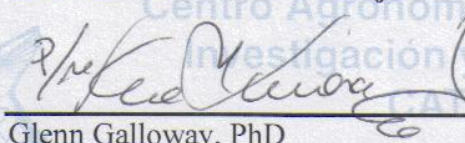
**FIRMANTES:**

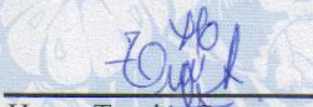
  
\_\_\_\_\_  
Danilo Pezo, PhD  
**Consejero Principal**

  
\_\_\_\_\_  
Muhammad Ibrahim, PhD  
**Miembro del Comité Consejero**

  
\_\_\_\_\_  
Jorge Cruz, MSc  
**Miembro del Comité Consejero**

  
\_\_\_\_\_  
Cristobal Villanueva, MSc  
**Miembro del Comité Consejero**

  
\_\_\_\_\_  
Glenn Galloway, PhD  
**Decano de la Escuela de Posgrado**

  
\_\_\_\_\_  
Henry Turcios Samayoa  
**Candidato**

## **DEDICADA A**

Mi amigo hermano y maestro  
***JESUCRISTO***  
Verdadero **DIOS** y verdadero **HOMBRE**.

A mi madrecita  
Virgen sagrada María  
Bendita entre las mujeres y bendito el fruto de tu vientre

A ti mi vida  
Oxana Khlopkova

## **AGRADECIMIENTOS**

A Danilo Pezo PhD. Por su invaluable aporte en el presente estudio, por su sabiduría, su paciencia y su incondicional amistad, mil gracias doc!

Gracias a Noruega por su bondad, que a través del proyecto CATIE/NORUEGA-Pasturas Degradadas, fue posible el financiamiento en la maestría.

A mis asesores, Muhammad Ibrahim PhD, MSc Jorge Cruz, MSc Cristobal Villanueva por el apoyo que siempre me brindaron y sus invaluable aportes, muy agradecido.

A la gente de calidad total que encontré en el campo, a don Álvaro Solares y familia (Santa Rosita), a Don Chilito Cardona y familia (El Ejido) a Don Juan Ramírez y familia (El Chal) por su bondad, su amistad y por la leche que me llevé!

A mi amiguita MSc. Gesine Hansel por su apoyo en el presente estudio especialmente por su colaboración en el análisis económico, por su gran amistad, gracias Gesine!!!!

A todo el equipo CATIE/NORUEGA - GUATEMALA

Al mejor equipo que Diosito me regaló, a mi sangre! Mis padres: Raymundo Turcios y Alicia de Turcios, que este triunfo sea un pequeño aporte a lo mucho que merecen; a mis hermanos MSc. Marvin Turcios, Lic. Bibi Turcios y futuro Ing. Bily Turcios. A mi cuñada la Betya mala, a mis sobrinas fresitas las mas chulas del mundo: Beberly Sofia, Katherin Gabriela, Kimberly Daniela.

Al coro SEÑOR DE LAS NACIONES, Liseth Oliveth, Catalina, Gladys, Abraham, Toño, Rolando, Windson, Álvaro, Carlos. Espero que perdure en el recuerdo todo lo bonito que compartimos; que la batalla espiritual la ganemos por goleada porque el capitán del equipo es el Rey de Reyes. A trabajar por su reino muchachos, debemos por su gracia llegar a su presencia aunque sea desordenados como llegábamos a los ensayos, excepto Toño y Rolando que siempre llegaban juntos.

## CONTENIDO

DEDICADA A.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	IX
SUMMARY.....	XII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XIV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XV
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 Objetivos del estudio.....	3
2.1 Objetivo General.....	3
2.2 Objetivos específicos.....	3
3 REVISION DE LITERATURA.....	4
3.1 Generalidades de <i>Leucaena leucocephala</i> .....	4
3.2 Ventajas de leucaena.....	6
3.3 Desventajas de leucaena.....	7
3.4 Socios frecuentes de leucaena en bancos de proteína.....	7
3.5 Interacciones importantes en los bancos de leucaena.....	8
3.6 Toxicidad de leucaena.....	9
3.7 La leucaena como leñosa multiusos.....	10
3.8 Bancos de proteína.....	10
3.9 La importancia de leucaena en la productividad bovina.....	11
3.10 Adopción de sistemas silvopastoriles, con énfasis en bancos de proteína de leucaena.....	11
3.11 Bibliografía.....	14
4 CAPÍTULO 1. PROCESO DE TOMA DE DECISIONES PARA LA INCORPORACIÓN DE LEUCAENA ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) EN FINCAS GANADERAS DE EL CHAL, PETÉN, GUATEMALA.....	22
4.1 RESUMEN.....	22
4.2 ABSTRACT.....	23
4.3 INTRODUCCIÓN.....	24
4.4 OBJETIVOS.....	26
4.4.1 General.....	26
4.4.2 Específicos.....	26
4.5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
4.5.1 Generalidades del área de estudio.....	26
4.5.2 La selección de los productores.....	28

4.5.3	<i>Colección y manejo de información</i> .....	28
4.5.4	<i>Análisis de la información</i> .....	29
4.5.5	<i>Modelando la toma de decisiones de los productores</i> .....	30
4.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.6.1	<i>Decisiones sobre el establecimiento y manejo del cultivo de leucaena</i> .....	30
4.6.1.1	Selección del área de siembra .....	30
4.6.1.2	Siembra y manejo durante el establecimiento.....	31
4.6.1.3	Decisiones importantes en la fase de establecimiento.....	32
4.6.2	<i>El control de malezas y plagas</i> .....	35
4.6.3	<i>Forma de uso de leucaena por parte de los productores</i> .....	36
4.6.4	<i>Decisiones sobre la posible expansión del área sembrada</i> .....	37
4.6.5	<i>Principales puntos considerados en la simulación de adopción</i> .....	39
4.6.6	<i>Simulación de modelos de decisión</i> .....	40
4.7	CONCLUSIONES.....	47
4.8	RECOMENDACIONES.....	47
4.9	BIBLIOGRAFÍA .....	48
5	CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE BANCOS DE PROTEÍNA DE LEUCAENA ( <i>Leucaena leucocephala</i> ) COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL PARA VACAS LACTANTES EN SISTEMAS DOBLE PROPÓSITO EN EL CHAL, PETÉN, GUATEMALA .....	54
5.1	RESUMEN .....	54
5.2	INTRODUCCIÓN .....	57
5.3	OBJETIVOS .....	59
5.3.1	<i>General</i> .....	59
5.3.2	<i>Específicos</i> .....	59
5.4	HIPÓTESIS DEL ESTUDIO.....	59
5.5	METODOLOGÍA.....	60
5.5.1	<i>Localización y breve descripción del área de estudio</i> .....	60
5.5.2	<i>Manejo de las vacas</i> .....	61
5.5.3	<i>Manejo de los potreros</i> .....	61

5.5.4	<i>Determinación de la disponibilidad de biomasa de leucaena y gramíneas de cobertura en bancos de proteína y en potreros</i> .....	62
5.5.5	<i>Determinación de la calidad nutritiva de los pastos y leucaena</i> .....	63
5.5.6	<i>Estimación de la carga animal</i> .....	64
5.5.7	<i>Determinación de la producción de leche</i> .....	65
5.5.8	<i>Determinación de calidad de leche</i> .....	66
5.5.9	<i>Análisis económico del impacto del acceso a los bancos de proteína sobre la producción de leche</i> .....	66
5.5.10	<i>Análisis estadístico de la información</i> .....	67
5.6	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	68
5.6.1	<i>Disponibilidad de biomasa de leucaena y gramíneas de cobertura en bancos de proteína y en potreros de pasturas en monocultivo</i> .....	68
5.6.2	<i>Evaluación de la calidad nutritiva de los forrajes utilizados: proteína y digestibilidad</i> .....	73
5.6.2.1	Contenido de proteína cruda en leucaena .....	73
5.6.2.2	Contenido de proteína cruda del pasto .....	74
5.6.2.3	Digestibilidad de la leucaena .....	75
5.6.2.4	Digestibilidad del pasto .....	76
5.6.3	<i>Consumo de alimento</i> .....	77
5.6.4	<i>Estimación de la carga animal</i> .....	79
5.6.5	<i>Producción de leche</i> .....	80
5.6.6	<i>Calidad de la leche</i> .....	83
5.6.7	<i>Análisis económico</i> .....	87
5.6.7.1	Finca 1. Propietario Álvaro Solares .....	87
5.6.7.2	Finca 2. Propietario Juan Ramírez .....	90
5.6.7.3	Finca 3. Propietario Basilio Cardona .....	93
5.6.8	<i>Análisis económico: discusión de resultados</i> .....	96
5.7	CONCLUSIONES .....	99
5.8	RECOMENDACIONES .....	100
5.9	BIBLIOGRAFÍA .....	100

CONCLUSIONES GENERALES.....	112
6 RECOMENDACIONES GENERALES .....	112
7 ANEXOS .....	113
Anexo 2. Generalidades del manejo de los potreros.....	124



## RESUMEN

Se desarrollaron dos estudios con el propósito de evaluar la adopción de la siembra de leucaena así como el efecto de la disponibilidad y calidad de *Leucaena leucocephala* cultivada como banco de proteína sobre la producción y calidad de la leche en vacas lactantes doble propósito y la rentabilidad de dicho sistema silvopastoril en la zona de El Chal, Petén. En el primer estudio se evaluó el proceso de toma de decisiones por los productores con respecto a la adopción de sistemas silvopastoriles que incluyen leucaena. El segundo fue un experimento replicado en tres fincas, en el que se evaluó la producción de leche en vacas doble propósito que tenían o no acceso a bancos de leucaena. El estudio se realizó con productores que participan del proyecto CATIE/NORUEGA –Pasturas Degradadas en la zona piloto de El Chal (Petén, Guatemala), localizada entre los 89° 30' y 89° 45' de longitud oeste y entre los 16° 35'; 16° 46' de latitud norte, y que ecológicamente corresponde a una zona de vida bosque tropical húmedo. La precipitación anual promedio es de 1796 mm año<sup>-1</sup>, con una mayor concentración entre mayo y diciembre.

El proyecto Pasturas Degradadas inició el sistema de bancos de proteína como unidad de demostración en una finca, pero al ver los productores las bondades del sistema, varios de ellos empezaron a probar el sistema en sus fincas, luego otro grupo los siguió pero usando arreglos diferentes al banco de proteína, y finalmente hubo otros que no lo implementaron en sus fincas. Para evaluar el proceso de toma de decisiones de los productores se encuestó al 30% de adoptadores, así como también se entrevistó a una muestra de productores no adoptadores. Se identificaron modelos de decisión para los principales eventos y en diferentes escenarios. Las principales limitantes encontradas para la adopción de sistemas con leucaena fueron la falta de semilla, la alta demanda de mano de obra, la falta de capital, y el establecimiento laborioso del sistema. Respecto al uso de leucaena, el 69% de productores decidió asociar su leucaena con diferentes cultivos, existiendo socios con maíz principalmente durante el establecimiento de leucaena y luego optaron por sembrar pasto en asocio. El 97% de los productores utiliza el banco bajo ramoneo. El 83% de productores tiene intención de aumentar su área de leucaena.

Para obtener un mejor estimado del efecto de los bancos de proteína de leucaena sobre la productividad animal, se condujo un ensayo en tres fincas. Los dos tratamientos fueron: (A) pasto + acceso a bancos de *Leucaena leucocephala*, y (B) sólo pasto. Se utilizó un diseño de bloque completo al azar con parcelas divididas en el tiempo, con dos tratamientos y cinco muestras (vacas) por tratamiento y por período. Los bloques estuvieron constituidos por cada una de las tres fincas, las parcelas grandes los tratamientos (con y sin acceso al banco de proteína), y las sub-parcelas las cuatro épocas de medición, a saber: inicio de la época seca, época seca propiamente dicha, inicio de lluvias y época lluviosa. En total se emplearon cinco vacas en producción en cada finca, a las que se les dio seguimiento tanto cuando tenían acceso al banco como cuando no tenían acceso al mismo. Las variables de respuesta evaluadas en el animal fueron: consumo de alimento, producción de leche por vaca, producción de leche por hato y calidad de la leche (proteína, grasa, sólidos totales y acidez). Las variables medidas en el componente forrajero fueron la disponibilidad y calidad (PC y DIVMS) del pasto y leucaena; así mismo se evaluó la carga animal soportada por los dos sistemas (pasto + banco y pasto sólo).

Los resultados indicaron diferencia estadística para la productividad de biomasa a favor del pasto en asocio (4037 vs. 1910 kg ha<sup>-1</sup>, para el pasto que creció en el banco y fuera de él, respectivamente). Existió diferencia en el contenido de proteína del pasto debida a la presencia de leucaena, pero esta diferencia fue más evidente en la época seca e inicio de lluvias. También la digestibilidad del pasto asociado mostró una ventaja de 4.97 unidades por ciento comparado al pasto en monocultivo; y no se detectaron diferencias en el consumo total de alimento entre los dos sistemas. La carga animal fue bastante mayor en el sistema de producción de pastoreo con acceso a banco de leucaena, variando esta ventaja entre el 19 y 294%, dependiendo de fincas y épocas del año. Se encontró una ventaja de 17.6% en la producción de leche por hato al consumir leucaena, pero esta ventaja no fue suficiente para marcar diferencias estadísticas ( $p=0.05$ ), sin embargo al darle seguimiento a cinco vacas monitoreando la producción de leche, se encontraron diferencias en producción de leche que variaron entre 8.62 y 23.82%; las mayores diferencias se encontraron al inicio de la época seca y la época seca propiamente dicha. Los parámetros de calidad de leche no fueron afectados por los tratamientos. El análisis económico determinado por medio de la tasa

interna de retorno (TIR) mostró ventaja a favor del sistema con acceso a banco de leucaena. Los valores de TIR variaron entre 17 y 21% en las tres fincas evaluadas.

## SUMMARY

In order to evaluate the adoption of *Leucaena leucocephala*, and the effect of the availability and quality of *Leucaena leucocephala* grown as a protein bank on milk production and quality of in dual purpose cows, as well as on the profitability of such silvopastoral system, two studies were carried out in El Chal, Petén. In the first study, the decision making process for the adoption of silvopastoral systems that incorporate *Leucaena* was evaluated. The second was an on farm trial replicated in three farms, in which milk production in dual purpose cattle with and without access to *Leucaena* protein banks was evaluated. The study was carried out with producers who participate as partners of the CATIE/NORUEGA – Degraded Pastures project in the El Chal pilot zone , (Petén, Guatemala), which is located between 89° 30' and 89° 45' West longitude, and between 16° 35' and 16° 46' North latitude, and ecologically is classified as belonging to the Humid Tropical Forest Life Zone. The average yearly precipitation is 1796 mm year<sup>-1</sup> , mainly concentrated between May and December.

The Degraded Pastures project started with the protein banks system as a demonstration plot in a farm, but after producers perceived favorable attributes of such system, several farmers adopted it, others followed but using different silvopastoral options, and others did not implement any leucaena system in their properties. In order to evaluate the decisions making process, 30% of the adopters were interviewed, but also a sample of non-adopters. Decision models for the main events and in different sceneries were built. The main constraints identified for the adoption of leucaena-based systems were the lack of seeds, high demand of labor, lack of capital, and the laborious establishment of the system. Regarding the use of leucaena, 69% of the producers grew leucaena intercropped with different crops, but the majority opted to associate it first with maize, and with pastures after maize was harvested. The majority of farmers (97%) use leucaena under browsing, and 83% want to increase their area planted with *Leucaena*.

To get a better estimate of the effect of leucaena protein banks on animal productivity, three on-farm trials were established. The treatments were: (A) pasture + access to *Leucaena leucocephala* banks, and (B) only pasture. A complete block split-plot in time experimental

design, with two treatments and five samples (cows) per period was used. The farms were considered as blocks, the treatments (with and without access to the protein bank) were the main plots, and the four measuring periods (beginning of the dry season, dry season, beginning of the rainy season, and the rainy season) were the sub-plots. Five milking cows were used in each farm, and those were monitored while having access to the leucaena protein bank or not. The response variables measured in the animals were: feed consumption, milk production per cow and per herd, and milk quality (protein, fat, total solids and acidity); while in the forage component were the availability and quality (CP and IVDMD); the stocking rate maintained by both systems (pasture + protein bank and only pasture) was also evaluated.

Higher grass biomass availability ( $p < 0.05$ ) was detected in pastures grown with leucaena than those grown alone (4037 vs. 1910 kg ha<sup>-1</sup>, respectively). Also, grass CP content was higher when pasture was grown with leucaena, and the difference was more evident during the dry season and the beginning of the rainy season. The IVDMD value was in average higher in 4.97 units of percent in pastures grown with leucaena. No differences due to treatments were detected in total feed consumption, but the stocking rate was consistently higher in the system involving access to the leucaena protein banks (the difference varied between 19 and 294%, depending of farm and season). Milk production per herd was in average 17.6% when cows had access to leucaena, but this difference was not statistically significant at  $p=0.05$ . On the other hand, milk production per cow for those cows monitored individually consistently showed a difference in favor of the access to the protein bank (+8.6 to 23.8%, and the biggest differences were found at the beginning and during the dry season.. Milk quality parameters were not affected by treatments. Economic analysis, expressed by the Internal Rate of Return (TIR), showed in all three farms an advantage in favor of the system with access to leucaena protein banks. TIR values varied between 17 and 21% among farms.

## ÍNDICE DE CUADROS

### CAPÍTULO 1

Cuadro 1. Uso de la tierra de los productores participantes en el proyecto CATIE/Noruega-PD Guatemala.....	27
--	----

### CAPÍTULO 2

Cuadro 1. Ejemplo para cálculo de carga animal .....	65
Cuadro 2. Carga animal para cada sistema de pastoreo: con leucaena en asocio y pasto sin leucaena .....	80
Cuadro 3. Costos de mano de obra (US \$ ha <sup>-1</sup> ) del establecimiento del sistema silvopastoril pastoreo banco de proteína con acceso a banco de proteína de leucaena .....	88
Cuadro 4. Costos de insumos (US \$ ha <sup>-1</sup> ) del establecimiento del sistema silvopastoril pastoreo con acceso a banco de proteína de leucaena .....	88
Cuadro 5. Gastos e ingresos (US\$ ha <sup>-1</sup> ) para el modelo de sistema silvopastoril de pasto con acceso al banco de proteína de Leucaena y el de pasto sólo.....	90
Cuadro 6. Costos de mano de obra (US \$ ha <sup>-1</sup> ) del establecimiento del sistema silvopastoril pastoreo con acceso a banco de proteína de leucaena .....	91
Cuadro 7. Costos de insumos (US \$ ha <sup>-1</sup> ) del establecimiento del sistema silvopastoril pasto con acceso a banco de proteína de leucaena .....	91
Cuadro 8. Gastos e ingresos (US\$ ha <sup>-1</sup> ) para el modelo de sistema silvopastoril pasto con acceso al banco de proteína de Leucaena y el de pasto sólo.....	93
Cuadro 9. Costos de mano de obra (US \$ ha <sup>-1</sup> ) del establecimiento del sistema silvopastoril pasto con acceso a banco de proteína de leucaena.....	94
Cuadro 10. Costos de insumos (US \$ ha <sup>-1</sup> ) del establecimiento del sistema silvopastoril de pasto con acceso a banco de proteína de leucaena.....	94
Cuadro 11. Gastos e ingresos (US\$ ha <sup>-1</sup> ) para el modelo de sistema silvopastoril pastoreo con acceso al banco de proteína de Leucaena y el de pasto sólo.....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO 1

Figura 1. Principales actividades asociadas a la fase de establecimiento de leucaena. ....	33
Figura 2. Puntos importantes respecto a la adopción y asocio de leucaena y pasto .....	34
Figura 3. Decisiones importantes sobre manejo de leucaena .....	37
Figura 4. Toma de decisiones sobre el tamaño y diseño del sistema de siembra de nuevas áreas de leucaena .....	38
Figura 5. Diagrama de decisiones sobre adopción basado en conocimiento, asistencia técnica e importancia del crédito para los productores .....	40
Figura 6. Modelación del efecto del conocimiento adquirido, la asistencia técnica y el acceso a crédito sobre la adopción de leucaena.....	41
Figura 7. Modelación conocimiento adquirido, expectativas reales económicas y con asistencia técnica ausente.....	42
Figura 8. Modelo de adopción asumiendo escaso conocimiento pero contando con asistencia técnica en los casos que el crédito no es importante, en este caso la adopción es alta.....	43
Figura 9. Factores importantes a tomar en cuenta para el productor en la ampliación de los bancos de leucaena.....	43
Figura 10. Factores importantes a tomar en cuenta para el productor en la ampliación de los bancos de leucaena.....	44
Figura 11. Eventos relacionados al asocio durante la fase de establecimiento de leucaena con cultivos anuales.....	45
Figura 12. Simulación de una alta aptitud de experimentar del productor unido a querer aprovechar el área limpia para el establecimiento de leucaena en relación al asocio inicial....	45
Figura 13. Simulación de influencia del gusto de experimentar del productor en relación al asocio inicial .....	46
Figura 14. Simulación de evento donde el productor ha establecido un cultivo anual previo al establecimiento de leucaena.....	46

### CAPITULO 2

Figura 1. Medias históricas de precipitación y temperatura para Santa Elena, El Petén, Guatemala.....	60
Fuente: INSIVUMEH.....	60
Figura 2. Disponibilidad promedio de biomasa de pasturas en potreros con y sin asocio por hectárea.....	69
Figura 3. Disponibilidad de biomasa en materia seca en potreros con asocio a leucaena y en pasturas en monocultivo por hectárea y en diferente época del año.....	70
Figura 4. Disponibilidad de biomasa en materia seca de leucaena por hectárea en diferentes épocas del año.....	71
Figura 5. Variaciones entre fincas en la disponibilidad de biomasa comestible de leucaena (kg ha <sup>-1</sup> pastoreo <sup>-1</sup> ).....	72
Figura 6. Contenido de Proteína Cruda (%) en Leucaena en diferentes épocas.....	73
Figura 7. Contenido de Proteína Cruda (%) en pasturas solas y asociadas con leucaena.....	75
Figura 8. Digestibilidad In Vitro de la materia seca en leucaena en diferentes épocas.....	76
Figura 9. Digestibilidad In Vitro de la materia seca del pasto en asocio y sin asocio a leucaena.....	77
Figura 10. Consumo promedio diario de forrajes (kg MS animal <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) en función de la época del año, el tipo de alimento consumido y el acceso o no a los bancos de leucaena.....	78
Figura 11. Producción láctea (kg vaca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> ) en función de la época y el acceso o no a bancos de leucaena.....	81
Figura 12. Productividad láctea por hato en función de la época y el acceso al banco de leucaena.....	83
Figura 13. Análisis de calidad de la leche en vacas alimentadas con leucaena y pasturas en asocio comparado a pasturas en monocultivo.....	85
Figura 14. Análisis de grasa láctea por época y por tratamiento con acceso y sin acceso al banco de leucaena.....	86



# 1 INTRODUCCIÓN

Las condiciones de clima y suelo han determinado que la vegetación clímax en el norte del país (Departamento de El Petén) esté constituida mayormente por bosques, aunque hay ciertas áreas con vegetación de sabanas arboladas. La ganadería extensiva en Guatemala es considerada la segunda causa de deforestación después de la agricultura migratoria (Maldonado *et al.* 1999), y esto no es excepción en El Petén. En términos generales los suelos de esta zona, en especial aquellos de los ecosistemas de sabana, presentan fertilidad más pobre que aquellos con influencia volcánica (Gutiérrez 1996). En esta zona predominan las pasturas degradadas, por lo que la utilización de leguminosas puede constituir una buena estrategia para la recuperación de dichas áreas (Bernal, 2003). Además, Cardona y Suárez (1996) consideran que con el uso de leguminosas en asociación con gramíneas el sistema de producción ganadero se hace más eficiente, rentable y sostenible, pues es una tecnología de bajo costo que beneficia sobre todo a aquellos productores con baja capacidad de inversión y que no fertilizan.

En la mayoría de países tropicales de América latina, más del 75% de la leche producida se deriva de explotaciones de doble propósito (Wadsworth, 1995). La utilización de animales mestizos es común en sistemas de doble propósito, pues presentan mejor comportamiento en las condiciones tropicales actuales que las razas puras. En el caso de Petén, la ganadería de doble propósito está tomando cada vez más importancia, en particular en la Zona Piloto del Proyecto CATIE/NORUEGA-PD.

El aumento de la población en Centro América durante los últimos cincuenta años ha llevado a la disminución de bosques para la producción de comida y esto ha resultado en su reemplazo por formas de uso agropecuario de la tierra, y en el momento actual la principal forma de uso agropecuario son las pasturas. En la región Centroamericana estas representan el 38% del área total (13,7 millones de ha), y de éstas al menos el 50% se encuentran en estadios avanzados de degradación (Szott *et al.* 2000). El mayor problema con estas tierras es que la mayoría se manejan bajo un sistema extensivo, lo cual conlleva progresivamente al deterioro ambiental (Steinfeld 2000), y a la reducción de la productividad, por tanto los incrementos en el número de animales resultan en mayor destrucción de las áreas de bosques. Pasturas degradadas son aquellas que muestran una reducción en su productividad potencial bajo una condición

edafoclimática y periodo de tiempo determinado; en el caso de las pasturas, este proceso de degradación está ligado a: establecimiento de pasturas en tierras frágiles; siembra de pasturas pobremente adaptadas; sobre-pastoreo durante la época lluviosa; quema incontrolada y frecuente de pasturas; y agotamiento de nutrientes. La degradación de las pasturas trae serias consecuencias al productor: reduce primero los rendimientos en producción animal y luego incrementa los costos (Spain y Gualdrón 1989).

Los sistemas silvopastoriles constituyen una alternativa para el uso sostenible de las áreas actualmente en pasturas, por su capacidad para un ciclaje más eficiente de nutrientes, la mejora en los procesos en el suelo, la provisión de forraje para el ganado y la mejora en las condiciones de hábitat para la flora y fauna. Sin embargo, a pesar de los buenos resultados obtenidos en las investigaciones, parece que muchos productores en Centroamérica son reacios a integrar los sistemas silvopastoriles dentro de sus sistemas de finca. Para explorar la baja adopción, es preciso investigar sobre puntos tales como las características de las tecnologías, examinar riesgos de la adopción, y evaluar el potencial de la integración de dichas tecnologías en las finca (Dagang y Nair 2003).

Por lo tanto, es fundamental realizar estudios en una zona como El Petén hacia donde se ha movilizadado gran parte de la actividad ganadera de Guatemala, pues siendo un ecosistema vulnerable por las condiciones de sus suelos y su vocación forestal, es importante evaluar y hacer extensivas tecnologías de sistemas silvopastoriles como es el uso de la leucaena como estrategia para mejorar la productividad por animal y por unidad de superficie. También es importante entender los principales factores que consideran los productores para la toma de decisiones respecto a la adopción o rechazo de la tecnología, evaluando los aciertos y encontrando las razones que hacen difícil su adopción para así encontrar la forma de hacer extensiva la tecnología y que esto se refleje en una mayor producción por animal y por unidad de superficie.

## **2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

### **2.1 Objetivo General**

Comparar los sistemas de alimentación, índices de productividad y toma de decisiones en los sistemas de producción animal tradicional comparado al sistema silvopastoril que incluye leucaena en fincas con ganadería doble propósito en El Petén.

### **2.2 Objetivos específicos**

Evaluar el proceso de toma de decisiones de los productores encontrando los principales factores que influyen en la adopción de la tecnología de bancos de proteína.

Evaluar la dinámica de disponibilidad de biomasa y calidad del pasto en pasturas asociadas, en monocultivo y de leucaena (*Leucaena leucocephala*) en diferentes épocas en el año.

Determinar el efecto del pastoreo con ingreso a bancos de leucaena sobre la producción y calidad de leche en los diferentes sistemas de producción.

Evaluar la rentabilidad en los dos sistemas mediante la determinación de costos de establecimiento y mantenimiento de cada sistema

### 3 REVISION DE LITERATURA

#### 3.1 Generalidades de *Leucaena leucocephala*

La *Leucaena leucocephala* tiene como nombres comunes guaje, yaje, leucaena, uzzin, ipil-ipil, lamtora, lead tree. Leucaena es un árbol perenne, de copa abierta y rala, con muchas ramas, el diámetro a la altura del pecho puede alcanzar 20 cm y la altura total puede llegar a los 20 m (CATIE 1984). Se adapta bien a altitudes menores a los 1500 msnm (Petit, 1994) con precipitaciones desde 600 hasta 2300 mm, y con temperaturas que varían entre 22 y 30° C; las temperaturas bajas y días cortos reducen su crecimiento. Crece muy bien en suelos con pH que varía entre 5.0 y 8.0 (CATIE 1991, Cardona y Suárez 1996), de fertilidad moderada a alta, y con buen drenaje, pues normalmente no tolera suelos que se inundan.

Las leguminosas como la leucaena han sido reconocidas como fuente de excelente forraje y como mejoradoras de la fertilidad del suelo debido a su habilidad para fijar nitrógeno del aire (Petit 1994) y para incorporar a la capa arable grandes cantidades importantes de materia orgánica. Debido a sus características fisiológicas especiales, las leguminosas tienen también requerimientos nutricionales específicos, diferentes a las gramíneas (Cardona y Suárez 1996).

De todas las leguminosas arbóreas tropicales, leucaena es probablemente la que ofrece la más amplia variedad de usos (LUPE s.f). La especie es originaria de Centroamérica, y las civilizaciones maya y zapoteca se encargaron de propagar algunas de sus variedades por toda la región, para ser utilizadas como fuente de nitrógeno para el maíz, su principal alimento (Cardona 1996).

Al igual que la mayoría de las leguminosas, la leucaena puede formar una asociación mutuamente beneficiosa con bacterias del suelo del género *Rhizobium*. Estas bacterias penetran en las raicillas jóvenes y se multiplican para formar nódulos en la superficie de la raíz. Los rizobios de los nódulos son capaces de absorber grandes cantidades de nitrógeno del aire que hay en el suelo, y los almacenan transformándolo en compuestos orgánicos que contienen nitrógeno (Petit 1994). La leucaena es una planta capaz de tolerar sequías no excesivamente prolongadas por poseer una raíz pivotante que le permite alcanzar el agua a

grandes profundidades; se han reportado longitudes de raíces equivalentes a las de la parte aérea.

Existen más de 100 variedades conocidas de leucaena, pero ellas pueden ser clasificadas en tres tipos, el primer grupo es el tipo Hawaiano: con alta capacidad de rebrote, es apta para producción de leña, también es apropiada para usarse como sombra y protección de cultivos; ejemplo de esto son las variedades locales y K341; otro tipo de variedades es conocido como tipo Salvador la cual tiene propiedades para su uso en plantaciones para proteger contra el viento y producción de leña, ejemplo de estas variedades son: K8, K67, K28, K29, K72, K132; por último se encuentran el tipo Perú caracterizado por su altura, cuyos árboles pueden alcanzar hasta 15 m, con tronco corto y bastantes ramas, entre este grupo está la variedad Cunningham muy usada como fuente de forraje (CATIE 1991).

Los foliolos producen un alimento alto en proteína cruda (PC), rico en vitamina A y caroteno, y con alta digestibilidad. La proteína de leucaena es de alta calidad nutritiva, pues los aminoácidos esenciales están presentes en una proporción balanceada. Algunos autores reportan contenidos de PC entre 20.0 y 29.1 (Labadan 1977; Damothiran y Chandrasekaran 1982). Lahane (1987) al evaluar 20 variedades de leucaena encontró que el valor más común de PC fue 26%.

En cuanto a digestibilidad, son frecuentes valores entre 47.8 y 54% (Damothiran y Chandrasekaran 1982; Norton et al.1994); pero en general, los valores de digestibilidad de leucaena han tendido a ser inferiores a los de otras forrajeras arbóreas como algunos ecotipos de madrecaao (*Gliricidia sepium*), pero superiores a los del caulote (*Guazuma ulmifolia*) (Simón et al. 2005). Las variaciones en contenido de PC y digestibilidad en la leucaena pueden ser debidas en parte a las variedades (Cuadro 1), pero también pueden ser atribuidas a la edad de la planta, época del año, porción analizada y condiciones de sitio entre otros (FAO 1991).

Cuadro 1. Análisis de proteína y digestibilidad de diferentes especies de leucaena

Especie	Proteína cruda %	DIVIMS %
Leucaena K8	17.8 - 26.9	46-54
Leucaena K500	21.2-27.0	65
Leucaena K636	19.8-27.8	50-64

Fuente: Norton *et al.*(1994)

El Cuadro 2 muestra los altos contenidos de proteína que presenta leucaena y cómo varían tales valores según la porción de la planta analizada; los valores muestran que inflorescencias jóvenes y hojas, objeto de ramoneo por el ganado, son las partes de la planta de más alto valor proteico.

Cuadro 2. Contenidos de proteína en diversas partes de la planta de *Leucaena leucocephala*

Componente	Proteína %
Planta entera	23.14
Hojas	27.34
Tallos finos	11.95
Tallos gruesos	9.06
Inflorescencias	32.38

Fuente: Petit (1994).

### 3.2 Ventajas de leucaena

Dentro de las principales ventajas atribuidas a la leucaena se encuentran:

- Es capaz de hacer un mejor uso del agua y de los nutrientes del suelo por las características de profundidad y distribución de sus raíces (FAO 1991).
- Puede fijar hasta 300 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de nitrógeno atmosférico (Simón *et al.* 2005).
- Incrementa la producción forrajera por unidad de superficie en praderas naturales y en artificiales que se han degradado (Hernández 1996).

- Mejora la distribución estacional de la producción forrajera y contribuye a minimizar las diferencias en la calidad del forraje disponible a lo largo del año (Hernández 1996).
- Una pradera asociada con leucaena tiene mejor oportunidad para competir contra las malezas que cuando está en monocultivo (FAO 1991)
- Mejora el valor nutricional del forraje disponible (Reynolds y Adediran, 1987)
- Promueve una buena actividad ruminal y una ingestión adecuada del pasto fibroso, especialmente en la época seca (Isarasenee *et al.* 1983).

### **3.3 Desventajas de leucaena**

- Lentitud en el establecimiento (FAO 1991).
- Existen variedades tan agresivas que se puede convertir en maleza (CATIE 1984).
- Contiene un aminoácido tóxico llamado mimosina<sup>1</sup> (Cardona y Suárez 1996, FAO 1991, CATIE 1984).

### **3.4 Asocios frecuentes de leucaena en bancos de proteína**

La eficiencia de la leucaena se hace mayor cuando se asocia con cultivos anuales o de ciclo corto, como yuca, maíz o fríjol. En asocio con gramíneas, la materia seca de la leucaena puede alcanzar los mayores valores en el primer año, con rendimientos de 9 a 12 t MS ha<sup>-1</sup>. En un segundo año, los rendimientos de la leucaena pueden decrecer, especialmente si es sometida a una poda baja, lo cual puede repercutir en una menor habilidad competitiva con malezas posiblemente por luz. El potencial de producción de leucaena también se puede ver afectado si se somete a cortes reiterados y no se restituyen los nutrientes extraídos tomando en cuenta la producción de biomasa.

La leucaena es apropiada para asocio con gramíneas, pues los animales prefieren los brotes de la parte superior de la planta (FAO 1991). Los árboles pueden presentar una defoliación total ocho días después que los animales han sido introducidos al banco de leucaena por dos horas

---

<sup>1</sup> Más detalles sobre la toxicidad de mimosina en la Sección 3.6

diarias, pero eso no afecta el rebrote, pues las plantas se recuperan una vez iniciado en periodo de descanso (Otsyina *et al.* 1994). Sin embargo, cuando la leucaena alcanza una altura mayor a 2 m limita el consumo de follaje comestible por los animales y este es un criterio importante para realizar la poda.

### **3.5 Interacciones importantes en los bancos de leucaena**

Según Pezo e Ibrahim (1999) el manejo adecuado de la sombra es un aspecto fundamental en algunos sistemas agroforestales como el cultivo en callejones y para aminorar su efecto negativo se recomienda aplicar podas a los árboles.

Otras interacciones importantes pueden ser el efecto de la hojarasca de la leucaena sobre el cultivo en asocio, así la aplicación del 100% de follaje de leucaena (como en sistemas de cultivo en callejones) puede sustituir la totalidad de los requerimientos de nitrógeno de la gramínea asociada (Simón *et al.* 2005). Si la leucaena se maneja en corte y acarreo se pueden presentar extracciones importantes de nitrógeno y de fósforo, y medianas de potasio.

El sistema leucaena más pasto puede mantener estabilidad en su producción en diferentes periodos del año, al compartir el mismo espacio, la menor temperatura en el estrato herbáceo bajo la copa de los árboles provoca una disminución en la tasa de pérdida de agua por transpiración a través de los estomas, además el suelo presenta una temperatura más baja, lo cual contribuye a una menor pérdida de agua por transpiración.

Según un estudio realizado por Hernández *et al.* (2001), los árboles de leucaena pueden aportar como promedio entre 210 y 910 g de materia seca animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> para los periodos poco lluvioso y lluvioso respectivamente. Por ello, es factible encontrar una productividad animal similar entre el suministro de leucaena o acceso a ella en bancos, comparado con el uso de alimentos concentrados. Por otro lado, al comparar la suplementación con leucaena *versus* gramíneas fertilizadas, los resultados productivos de los animales pueden ser superiores con la leucaena (Cardona y Suárez 1996).



El reciclaje de nutrientes en un sistema que incluye leucaena ocurre a través de la senescencia de la biomasa aérea y la muerte de las raíces, tanto de las leñosas como del estrato herbáceo, además de a través de las excretas. En los sistemas silvopastoriles de baja productividad y en aquellos sometidos a defoliación directa por los animales, la extracción de nutrimentos es baja, por lo que el reciclaje es un mecanismo eficiente para prevenir la pérdida rápida del potencial productivo del sistema (Pezo e Ibrahim, 1999).

### **3.6 Toxicidad de leucaena**

El contenido del aminoácido tóxico mimosina en la leucaena es variable, son frecuentes valores entre 2 y 6%, pero pueden encontrarse valores hasta del 9%, especialmente en hojas tiernas (Jones 1980). No se reporta muerte de rumiantes cuando ramonean leucaena; y en sistemas de alimentación en estabulación se ha visto que el ganado tolera dietas que contienen hasta un 30% de leucaena en base seca, aún ofreciéndolas por periodos prolongados; Jiménez (2007) encontró baja ganancia de peso trabajando con terneros jóvenes, atribuyendo esto a una disminución en el consumo causado por los altos niveles de mimosina en la dieta, en buena medida por la suplementación con rebrotes tiernos de leucaena. Sólo se han reportado muertes cuando la leucaena fue suministrada casi como único componente de la ración; sin embargo, los animales enfermos se recuperan al ser removidos a potreros donde no existe esta leguminosa (Cardona y Suárez 1996); por estas razones la FAO (1991) señala que la leucaena puede utilizarse inocuamente como complemento de pastoreo para el ganado vacuno adulto, pero no como único alimento. Cuando el animal se intoxica con mimosina hay disminución en el consumo de alimento (Alvarez *et al.* 1977), lo que induce a un crecimiento lento y otros efectos como pérdida de pelo en la cola y en el nacimiento de la misma, así como excesiva salivación (Costa y Sousa 1981). No se conocen efectos nocivos de la mimosina en la concepción o la reproducción de los bovinos (Cardona y Suárez 1996).

Es importante tener presente que la leucaena contiene muy poca o ninguna cantidad de cianidina, selenio y de cualquier otro agente causante del timpanismo como para matar al

bovino en pastoreo, como si ocurre con otras leguminosas de zona templada como los tréboles y la alfalfa (Cardona y Suárez 1996, Pound y Martinez 1985).

### **3.7 La leucaena como leñosa multiusos**

Leucaena es probablemente la leguminosa arbórea o arbustiva que ofrece la más amplia variedad de usos, puede ofrecer un forraje muy nutritivo, leña, madera o fertilizante orgánico de alta calidad; además puede crecer bajo arreglos muy diversos como son la reforestación de laderas tropicales, barreras, cercas vivas, guamiles mejorados, bancos de proteína y asociados con gramíneas entre otros, por lo que se la considera como una alternativa útil en condiciones de bajos insumos (Iglesias *et al.* 1991). La leucaena también ha sido utilizada en ensilajes en el trópico, pero en esos casos es recomendable que el forraje a ensilar sea de las partes más tiernas de la planta, pues proporciones elevadas de material leñoso impiden una adecuada compactación, afectando por lo tanto la calidad del ensilaje.

### **3.8 Bancos de proteína**

El banco de proteína es un cultivo intensivo conformado por grupos de árboles situados en una misma área, sembrados en alta densidad (5000 a 30000 plantas ha<sup>-1</sup>) que son cosechados periódicamente para obtener follaje (Pezo e Ibrahim, 1998). La cosecha frecuente hace que se utilicen mejor los nutrientes y se tengan diferentes tipos de forraje para varias especies animales y eventualmente también alimento para la familia cuando se han mejorado los suelos. Los bancos deben ser fertilizados con materia orgánica que provenga de los animales a los cuales se les ha suministrado el forraje, preferiblemente de aboneras o procesados (Murgueitio *et al.* 2001). Cuando se establecen bancos de proteína, Petit (1994) sugiere que estos puedan alcanzar hasta 20% del área de pastizal; y que éste se utilice por periodos de 1 a 2 horas día<sup>-1</sup>, para que de este modo funcione como un suplemento alimenticio. El crecimiento de leucaena favorece la productividad de biomasa del pasto en asociado, así como el rendimiento total de materia seca (leucaena + pasto) (Tudsri *et al.* 1998), y de esa manera puede incidir en una mayor capacidad de carga animal en los sistemas silvopastoriles que involucran leucaena vs aquellos con solo gramíneas.

### **3.9 La importancia de leucaena en la productividad bovina**

Las altas ganancias de peso mostradas por animales que consumen dietas a base de leucaena, indican que el uso de esta especie constituye una opción para intensificar la productividad animal (Shelton y Jones 1994). Esta ventaja puede ser atribuida a la contribución que hace la leucaena en la ingestión de proteína cruda. Este efecto benéfico también funciona en el caso del ganado lechero (Tudsri y Preasanpanich, 1998). Sin embargo, aparte de leucaena existen otras especies arbóreas que también tienen potencial como suplemento en vacas lactantes. Así Maassdorp y Dzowela (1998) obtuvieron producciones de 14.4 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> con leucaena, y producciones que variaron entre 12.8 y 8.6 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> en vacas suplementadas con follaje de otras cinco especies arbóreas, correspondiendo los valores citados a *Cajanus cajan* y *Calliandra calothyrsus*, respectivamente.

La fluctuación de las lluvias puede influir directamente en la productividad láctea en vacas suplementadas con leucaena, ya que las condiciones climáticas influyen tanto sobre la cantidad producida como en la calidad del pasto (Paterson *et al.* 1981). Es por eso que los incrementos en producción de leche debidos a la leucaena obtenidos por Lamela *et al.* (1999) mostraron una variación entre el 7 y 33%. Cuando los pastos tropicales están en una etapa temprana del crecimiento la respuesta a la suplementación con leucaena es poca o nula, porque el factor limitante es la cantidad de energía consumida y no el de proteína, que es el principal aporte de la leucaena (Flores 1979).

### **3.10 Adopción de sistemas silvopastoriles, con énfasis en bancos de proteína de leucaena**

Tomar una decisión es elegir una alternativa entre varias para lograr un objetivo empresarial. El proceso de toma de decisiones es más complejo en el sector agropecuario porque entre otras razones, el ciclo productivo es más largo, el comportamiento en la producción es inestable, hay mayor influencia de factores climáticos y los productos tienden a ser perecederos (Causillas 1986). En el caso de la innovación tecnológica “bancos de proteína” dicho proceso

implica una serie de elementos que cubren desde la selección del material a sembrar en función de los aspectos climáticos presentes, la fuente de germoplasma a utilizar, el manejo agronómico y la utilización por los animales, hasta los de tipo socioeconómico, así como los referentes al conocimiento de lo que implica para los productores la tecnología de banco de proteína, e incluso la existencia de algunos incentivos, tal como fue descrito por López *et al.*(2006) con relación a la adopción y apropiación de los bancos de *Gliricidia sepium* en Nicaragua.

Es así que los productores ganaderos toman decisiones orientadas a mejorar la productividad y rentabilidad de su finca, las cuales tienen un impacto sobre la cobertura arbórea. Entre las decisiones más comunes están el manejo de las malezas (chapeas, herbicidas y mecánico), el aprovechamiento de las ramas y árboles para leña, madera, postes muertos y “prendedizos” y la distribución del uso del suelo de sus fincas; en conjunto, estas actividades cambian la estructura, composición y abundancia de la cobertura arbórea en las fincas ganaderas, haciéndola dinámica en el tiempo y el espacio. La conversión de paisajes ganaderos convencionales a paisajes amigables con el ambiente debería incluir el mejoramiento de la cobertura arbórea en estas fincas.

A pesar de los resultados positivos obtenidos por los investigadores en cuanto a la calidad nutritiva y la respuesta en productividad animal (leche y carne) que se logran con los sistemas silvopastoriles, se ha visto cierta renuencia de los productores en Centroamérica a integrar opciones silvopastoriles dentro de sus sistemas de finca (Dagang y Nair 2003); sin embargo la existencia de incentivos tales como el pago por servicios ambientales ha promovido su adopción (López 2005, Ibrahim *et al.* 2007).

En el proceso de adopción influyen tres componentes esenciales: características de la tecnología propuesta, del adoptador potencial y del proceso de comunicación (Raintree 1985). Dentro de este contexto, una de las razones de la baja adopción puede ser que las opciones silvopastoriles generalmente tienen una alta demanda de mano de obra, y al priorizar los productores el uso de la mano de obra limitada, encuentran otras actividades con mayor prioridad (Douthwaite *et al.*2002). Otras razones para la adopción limitada de las opciones silvopastoriles pueden ser:

- Los resultados pueden variar de acuerdo al ambiente, por tanto lo que trabajó bien en una localidad, no se repite necesariamente en otras.
- Las innovaciones tecnológicas no responden a los problemas reales de los productores.
- Toma mucho tiempo desde que se establece la innovación hasta que se ven los beneficios (Gutteridge 1998).
- Hay fallas en la comunicación de resultados de investigación, por lo que los productores no conocen los beneficios que pueden lograr con la innovación (Lascano *et al.*1994).
- El establecimiento de la especie arbórea (p.e. leucaena) tiene alto costo y es riesgoso debido a varios factores como son la dureza de su semilla, el bajo vigor de las plántulas, la lentitud del crecimiento inicial, la competencia de malezas, el ataque de termitas, la presencia de hormigas que defolían las hojas, especialmente en la fase de crecimiento inicial (Lascano *et al.*1994).

Si bien se señala que los sistemas silvopastoriles son autosostenibles, esto muchas veces es a mediano o largo plazo. Con frecuencia se observa mayor productividad después de cinco años de establecidos y mayores retornos económicos después de diez años, lo que está muy lejos para la mayoría de productores quienes principalmente están interesados en el rendimiento de su próxima cosecha (Douthwaite *et al.* 2002).

A pesar de eso, hay evidencias que un sistema agroforestal con leucaena tiene potencial de ser bien adoptado por los productores, pero esto es dependiente de ciertos factores del entorno, tales como:

- Tenencia de la tierra
- Buena interacción en la comunidad
- Acceso a mercados
- Sistemas de extensión apropiados, incluyendo la transferencia de productor a otros productores
- Tecnología flexible, que pueda ser modificada de acuerdo a las necesidades de los productores (Gutteridge, 1998).

Chamberlain (1998) menciona que el éxito en la adopción de leucaena parte de los cuidados que se tengan para un buen establecimiento, considerando factores tales como:

- Preparación del suelo
- Humedad disponible en el tiempo de siembra
- Profundidad de siembra y cobertura de la semilla
- Contacto semilla/suelo
- Control de malezas
- Control de insectos en el suelo

Según Villanueva *et al.* (2003) las decisiones más importantes que influyen en la adopción de opciones silvopastoriles pueden estar condicionadas por la necesidad de los productos de las arbóreas, y la disponibilidad de capital y de mano de obra.

Para facilitar la adopción de leucaena puede ser importante la evaluación de prácticas con los productores usando métodos de investigación-aprendizaje participativo (Pezo *et al.* 2007). También hay que considerar esquemas efectivos para satisfacer la demanda de semilla resultante de la difusión de esta tecnología (Lascano *et al.* 1994). Por otro lado, hay que considerar que la mayoría de productores valoran el carácter multipropósito de los árboles, pues ellos priorizan los beneficios económicos potenciales de los árboles para decidir si los plantan o no (Salam *et al.* 2000).

### **3.11 Bibliografía**

Álvarez, FJ; Wilson, A; Preston, TR. 1977. *Leucaena leucocephala* como fuente combinada de proteína y forraje para becerros en dieta de miel/urea. Producción Animal Tropical (República Dominicana). 2:297-300.

Cardona, A.; López, A. 1990. Evaluación económica del suministro de *Leucaena leucocephala* como suplemento alimenticio de vacas lecheras en pastoreo. Revista CENICAFE (Colombia). 41:103-113.

- Cardona, C.; Suárez, S. 1996. *La leucaena leucocephala* en bancos de proteína y asociada con gramíneas. *In* Alternativas para una ganadería moderna y competitiva. II seminario internacional sistemas silvopastoriles. Ministerio de Agricultura Desarrollo Rural de Bogotá - CONIF. Santa Fé de Bogotá, Colombia. pp. 59-72
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1991. *Leucaena (Leucaena leucocephala)* especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE-ROCAP (Serie Técnica No 14). Turrialba, CR. 52 p. .
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR) - NAS (National Academy of Sciences). 1984. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Proyecto leña y fuentes alternas de energía CATIE. Turrialba, CR. p.78
- Causillas, T. 1986. Análisis de resultados y toma de decisiones en empresas campesinas. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. (IICA) Tegucigalpa, Honduras. 112 p.
- Chamberlain, J. 1998. Promoting the adoption of *Leucaena* in Central Queensland. *In*: ACIAR Proceedings No 86. *Leucaena – Adaptation, quality and farming systems*. Shelton, HM.; Gutteridge, BF.; Mullen, BF.; Bray, RA. (eds.). Canberra, Australia, Editorial Lynch. Pp. 354-355.
- Costa, N; Sousa, M. 1981. Some observations of *Leucaena* sp. collection in Brazil. *Leucaena Research Report (USA)*. 2:17
- Gutteridge, R. 1998. *Leucaena* in alley cropping systems: Challenges for development. *In*: ACIAR Proceedings No 86. *Leucaena Adaptation, quality and farming systems*. Shelton, HM; Gutteridge, BF; Mullen, BF; Bray, RA (eds.) *In*: H.M.; Gutteridge, B.F.; Mullen, B.F.; Bray, R.A. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 337-341.

- Dagang, A; Nair P. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: Recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* (Holanda) 59:149-155.
- Damothiran, L; Chandrasekaran, R. 1982. Nutrition studies with leucaena forage. *Leucaena Research Report* (USA). 3: 21-22.
- Douthwaite, B; Manyong, VM; Chiang, K. 2002. The adoption of alley farming and *Mucuna*: Lessons for research, development and extension. *Agroforestry Systems* (Holanda) 56:193–202.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Skerman, P.J.; Cameron, D.G.; Riveros, F. (eds.). Roma. FAO. Pp. 602-611.
- Flores, O; Bolivar, D; Botero, J; Ibrahim, M. 1998. Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 10:1-6.
- Gutiérrez, MA. 1996. Pastos y forrajes en Guatemala: su manejo y utilización, base de la producción animal. Guatemala. Editorial E y G. 318 p.
- Hernández, I; Benavides, J; Simon, L. 1996. Manejo de las podas de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en el período seco en Cuba. *Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”* (Cuba) 3:28-31
- Hernandez, I; Simón, L; Duquesne, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbek*, *Bahuinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. *Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”* (Cuba) 24:241-258.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F. 2007. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y rehabilitación ecológica de



- paisajes ganaderos en Centroamérica. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 15 (Sup. 1): 74-89.
- Iglesias, J; Simón, L; Aguilar, A; Duquesne, P. .1991. Sistemas alternativos con *Leucaena leucocephala* para la cría de hembras en desarrollo en condiciones de bajos insumos. Taller Internacional Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera. Matanzas, Cuba. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Cuba). P 46
- Isarasenee, A; Shelton, M; Jones, GA; 1983. Accumulation of edible forage of *Leucaena leucocephala* cv. Peru over late summer and autumn for use as dry season feed. Leucaena Research Report (USA).4:3
- Jiménez, J.A. 2007. Diseño de sistemas de producción ganaderos sostenibles con base a los sistemas silvopastoriles (SSP) para mejorar la producción animal y lograr la sostenibilidad ambiental. Thesis *Mg. Sc.* Turrialba, CR, CATIE. 122 p.
- Jones, RJ. 1980. Mimosine in fresh and dried leucaena leaves. Leucaena Research Report (USA). 1:3
- Labadan, M. 1977. Status and potentials of ipil-ipil in animal feeds industry. Philippines Manila, Philippines. National Academy of Sciences. Pp. 65-67.
- Lahane, BN; Relwani, AK; Raina, A; Gadekar. 1987. Initial evaluation of *Leucaena leucocephala* cultivars for fodder production. Leucaena Research Reports (USA). 827-28
- Lamela, L; Matías, A; Gómez, A. 1999. Producción de leche en un sistema con banco de proteína. Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Cuba) 22:339-345.
- Lascano, C.E.; Maas, B.; Argel, P.J.; Viquez, E. 1994. Leucaena in Central and South América. *In: ACIAR Proceedings No 86 Leucaena Adaptation, quality and farming*

- systems. Shelton, H.M.; Gutteridge, B.F.; Mullen, B.F.; Bray, R.A. Canberra, Australia. (eds.). Editorial Lynch. Pp. 152-155.
- Lopez, M. 2005. Procesos del fomento tecnológico de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en Rivas, Nicaragua: resultados bioeconómicos y lecciones aprendidas para su difusión. Thesis *Mg. Sc.* Turrialba, CR, CATIE. 92 p.
- López, M.; Pezo, D.A; Mora J.; Prins, C. 2007. El proceso de toma de decisiones en la adopción de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* por productores de doble propósito en Rivas, Nicaragua. *Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Cuba) 30: 177-185.*
- López, F; Gómez, R; M; Harvey, C; López, M; Sinclair, F. 2007. Toma de decisiones de productores ganaderos sobre el manejo de los árboles en potreros en Matiguás, Nicaragua. *Agroforestería en las Américas. (Costa Rica) 45:93-100*
- LUPE (Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra). 1992. Manual práctico de agroforestería. Proyecto mejoramiento del uso y productividad de la tierra. LUPE-USAID. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, Honduras. 112 p.
- Maasdorp, BV; Dzwowela, BH. 1998. Comparison of *Leucaena leucocephala* and other tree fodders as supplements for lactating dairy cows. *In: ACIAR Proceedings No 86 Leucaena Adaptation, quality and farming systems.* Shelton, H.M.; Gutteridge, B.F.; Mullen, B.F.; Bray, R.A. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 291-293.
- Maldonado, O ; Tavico, O; Navas, O. 1999. Las áreas protegidas de Guatemala, ¿Tienen amenazas? Estrategia nacional para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad. Guatemala. Proyecto GUA/97/G31. 59p
- Murgueitio, E; Rosales, M; Gómez, M. 2001. Agroforestería para la producción animal sostenible. 2da. ed. Cali, Colombia. CIPAV. 67 p.

- Norton, B.W.; Lowry, B.; McSweeney, C. 1994. The nutritive value of leucaena species. *In*: ACIAR Proceedings No 57 Leucaena opportunities and limitations. Shelton, H.M.; Piggin, C.M.; Brewbaker, J.L. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 103-111
- Otsyina, R; Hanson, J; Akyeampong. 1994. Leucaena in East Africa. *In* ACIAR proceeding No. 57. Leucaena Oportunities and Limitations. Shelton, M; Piggin CM; Brewbaker, J. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. P137-141.
- Paterson, R; Namur, C; Bress, O. 1981. Efecto de pastoreo complementario de leguminosa reservada sobre la producción de leche durante la estación seca. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 6:135-140
- Petit, J. 1994. Árboles y arbustos forrajeros. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, Venezuela. 174 p.
- Pezo, D., Cruz, J., Piniero, M. 2007. Las Escuelas de Campo de Ganaderos: Una estrategia para promover la rehabilitación y diversificación de fincas con pasturas degradadas. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 15 (Sup. 1): 42-48.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No 2. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Pound, B; Martinez, C. 1985. Leucaena, su cultivo y utilización. Overseas Development Agency. Londres, U.K.:. 290 p.
- Raintree JB. 1985. Factores que afectan la adopción de innovaciones agroforestales por agricultores tradicionales. Avances de investigación agroforestal. *In*: Beer J.W., Fassbender H.W. y Heuvelop, J. (eds.). Memoria del Seminario (1985, Turrialba, Costa Rica). CATIE, Turrialba, CR. 307-319 p.

- Reynolds, L.; Adediran, S. 1987. The effect of supplementary feeding with *Leucaena* and *Gliricidia* on West African Dwarf sheep. *Leucaena Research Report (USA)* 8:52
- Salam, A; Noguchi, T; Koike, M. 2000. Understanding why farmers plant trees in agroforestry in Bangladesh. *Agroforestry Systems (Holanda)* 50:77-93.
- Saucedo, G; Álvarez, F; Jiménez, N; Arriaga, A. 1980. *Leucaena leucocephala* como suplemento para la producción de leche en pastos tropicales con ganado doble propósito. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 5:40-44
- Shelton, H.M.; Jones, R.J. 1994. Opportunities and limitations in leucaena. *In: ACIAR Proceedings No 57. Leucaena opportunities and limitations.* Shelton, H.M.; Piggitt, C.M.; Brewbaker, J.L. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 16-23.
- Simón, L; Hernández, M; Reyes, F; Sánchez, S. 2005. Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. *Revista Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"(Cuba)* 28:29-45.
- Spain JM; Gualdrón R. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. *In VI Reunión del Comité de Evaluación de Pastos Tropicales.* Lascano C E; Spain J. M. (eds). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Veracruz, México. (Memorias RIEPT-CIAT), 268-283 p.
- Steinfeld H. 2000. Producción animal y el medio ambiente en Centroamérica. *In Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales.* Pomareda C.; Steinfeld H. Eds. San José, Costa Rica. P. 17-32
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. cattle, pasture land degradation and alternative land use in Central America. *CATIE (Serie Técnica no. 313).* Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- Tudsri, S; Preasanpanich S. 1998. Milk production fon ruzi mixed with *Leucaena*, Ruzi

alone and Ruzi supplemented with *Lablab purpureus*. In: ACIAR Proceedings No 86. Leucaena Adaption, quality and farming systems. Shelton, H.M.; Gutteridge, B.F.; Mullen, B.F.; Bray, R.A. (eds) Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 287-290.

Villanueva, C.; Ibrahim, M.; Harvey, C.; Sinclair, F.; Muñoz, D. 2003. Estudio de las decisiones claves que influyen sobre la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas (Costa Rica)* 10:69-77.

Wadsworth J. 1992. Dual purpose cattle production: a systems overview. In Anderson S. ; Wadsworth J. Eds. Dual purpose cattle production research. Mérida, México. Universidad Autónoma de Yucatán. P. 2-27

## **4 CAPÍTULO 1. PROCESO DE TOMA DE DECISIONES PARA LA INCORPORACIÓN DE LEUCAENA (*Leucaena Leucocephala*) EN FINCAS GANADERAS DE EL CHAL, PETÉN, GUATEMALA**

**Palabras claves:** Leucaena en asocio, sistemas ganaderos, modelos de toma de decisión.

### **4.1 RESUMEN**

Con el propósito de conocer los criterios utilizados por productores ganaderos pequeños y medianos para incorporar leucaena (*Leucaena leucocephala*) en sus sistemas de producción, se entrevistaron 29 productores de la zona de El Chal, Dolores, Petén, (Guatemala), que habían aprendido sobre la especie como parte de un programa de aprendizaje participativo con el enfoque de Escuelas de Campo; así como también se entrevistó a cuatro productores que participaron en el mismo programa de aprendizaje pero que no adoptaron el sistema silvopastoril en mención. El grupo de productores entrevistados, que representa un 30% de los que adoptaron la leucaena, fueron seleccionados usando un procedimiento de muestreo no probabilístico por conveniencia. La información fue colectada utilizando la técnica de entrevista estructurada, usando una encuesta con preguntas relacionadas con el uso de la tierra previo al establecimiento de la leucaena, el método de siembra y el manejo agronómico post-siembra, el aprovechamiento y la inversión requerida. Con las respuestas obtenidas se diseñaron modelos generales de decisión para cada evento, y las frecuencias permitieron estimar la probabilidad de cada decisión. Además, para profundizar sobre el proceso de toma de decisiones se plantearon escenarios relacionados con las condiciones agroecológicas de la finca, el manejo de la unidad productiva y el entorno en el que opera la finca. Así mismo se analizaron las principales limitantes para el establecimiento del cultivo y la expansión de los sistemas silvopastoriles con leucaena en el área en estudio. Entre los factores más limitantes para la incorporación de leucaena en los sistemas ganaderos de Petén se destacan la escasez de semilla, la alta demanda de mano de obra, y las restricciones en capital para la preparación de

la tierra y el manejo durante el establecimiento. El 43% identificó la competencia por malezas, y el 29% consideró las plagas como el factor más limitante durante el establecimiento. El 59% perdió plantas por ataques de plagas, y tuvo que hacer resiembras. El 69% optó por la siembra de leucaena asociada, el 75% con pastos y un 36% con cultivos anuales (mayormente maíz) para recuperar costos de establecimiento, y para reducir la competencia por malezas. El 97% de los productores usará la leucaena bajo pastoreo, el 83% está dispuesto a ampliar el área sembrada, pero sólo el 41% lo piensa utilizar diariamente como banco de proteína.

**Key words:**

Intercropping of leucaena, livestock systems, decision making models.

## **4.2 ABSTRACT**

In order to know the criteria used by small and medium scale cattle producers to introduce Leucaena (*Leucaena leucocephala*), in their production systems, 29 producers of the area of El Chal, Dolores, Petén (Guatemala) who had learned about the species as part of a program of participative learning under the Farmers Field Schools were interviewed; and four farmers who participated in the same learning program but did not implement such silvopastoral system were interviewed as well. The group of producers interviewed which represents 30% of the adopters, were selected using a non probabilistic by convenience sampling procedure. The information was collected using the structured interview technique, using a questionnaire that included questions related to the use of the land before establishing leucaena, the planting method and the post-planting agronomic management, the use and the required investment. With the information obtained, general decision making models were designed for each event, and the frequencies obtained helped to estimate probabilities for each decision. More over, to get deeper in the decision making process, several scenarios related to the agroecological conditions, management, and the exogenous conditions under which the farms operate. Also the main constraints for establishing leucaena and the expansion of leucaena based silvopastoral systems in the area of study were analyzed. Among the most limiting factors for the introduction of leucaena in the cattle systems of Petén were poor availability of seeds, the high demand for labor, and the limitations for investment in land preparation and management

during establishment phase. Forty-three percent of respondents identified weed invasion, and 29% pests as the main agronomic problems during the establishment phase. Fifty-nine percent of the interviewees lost plants due to pests attacks, therefore had to make replantings. Sixty-nine percent opted to Leucaena plant leucaena inter-cropped, 75% only with pastures and 36% with annual crops (mostly corn), as a means to partially recover establishment costs, and to reduce weed competition as well. Ninety-nine percent of interviewees decided to use Leucaena under browsing, 83% is willing to increase the area planted with leucaena, but only 43% of the interviewees plan to use it daily as a bank of protein.

### **4.3 INTRODUCCIÓN**

La ganadería extensiva en Guatemala es considerada la segunda causa de deforestación después de la agricultura migratoria (Maldonado *et al.* 1999). Estudios realizados por Betancourt (2006) demuestran que la degradación de las pasturas en el Chal Petén Guatemala resulta en una reducción hasta del 34% en la producción de leche y de 43% en la producción de carne, esto equivale a una disminución en el ingreso bruto por animal por año de US\$ 158 y 144 por leche y carne, respectivamente.

Se ha demostrado que en la adopción de sistemas silvopastoriles los productores dan importancia a beneficios tales como la capacidad de asocio, el aumento en el rendimiento de los cultivos, la reducción de la erosión y el mejoramiento en la producción de leña y madera, un menor riesgo en la producción de cultivos y que la labor extra requerida sea recompensada con beneficios perdurables (David 1995). Salam *et al.*(2000) encontraron que la generación de ingresos y la conservación ecológica son razones que influyen en la adopción de sistemas silvopastoriles.

El establecimiento de sistemas silvopastoriles constituyen una alternativa para la recuperación de áreas de pasturas degradadas, ya que permiten diversificar los productos generados por los sistemas pecuarios (leche, carne, madera, postes y leña), contribuyen a mejorar el bienestar de los animales al proveer sombra, mejoran la dieta de los animales y ayudan a reducir el empleo



de insumos externos a la finca (p.e. fertilizantes químicos, concentrados). Adicionalmente, permiten la generación de servicios ambientales, tales como el secuestro de carbono, la conservación de la biodiversidad, la protección de las cuencas hidrográficas y la belleza escénica (Ibrahim *et al.* 2001)

Una especie como leucaena en un sistema silvopastoril presenta ventajas como su tolerancia a la sequía, alta capacidad para propagarse por modo natural, capacidad para fijar nitrógeno, la tolerancia a la defoliación, la resistencia a quemas si las raíces están bien establecidas, la aptitud para ser conservada como heno o ensilaje, la alta palatabilidad, y la buena respuesta animal que se puede obtener debido a su alto valor nutritivo (FAO 1991). Sin embargo, pese a las bondades que se les reconoce a los sistemas silvopastoriles, la adopción de estos en América Central ha sido limitada (Dagang y Nair, 2003), en especial de aquellas opciones no tradicionales, como es el caso de los bancos de proteína. Esto se ha atribuido a la alta demanda de mano de obra; así como al riesgo de capital, las limitaciones de acceso a mercados y la pobre base genética de los animales (Alonso *et al.* 2001). El pago por servicios ambientales ha sido una de las estrategias para fomentar mejoras en las fincas con restricciones de capital y de conocimiento tecnológico, los cuales son fundamentales para la implementación y manejo de sistemas silvopastoriles (Zapata *et al.* 2007).

Hay pocos estudios (López, 2005) sobre el proceso de toma decisiones para la adopción de opciones silvopastoriles en América Central; pero tomando en consideración los beneficios que se atribuyen a los sistemas silvopastoriles (Anfinnsen, 2006), vale la pena profundizar sobre los criterios usados por los productores para la adopción de sistemas silvopastoriles, en especial en áreas vulnerables a la degradación de pasturas como es el caso de la zona de El Chal, Petén, (Guatemala). En ese sentido el presente estudio es un esfuerzo para profundizar sobre los criterios usados por los productores pequeños y medianos para introducir leucaena en sus sistemas de producción.

## **4.4 OBJETIVOS**

### **4.4.1 General**

Generar información sobre los criterios usados por los pequeños y medianos productores ganaderos de El Petén para la incorporación de leucaena en sus sistemas de producción.

### **4.4.2 Específicos**

Documentar el proceso de toma de decisiones de los pequeños y medianos productores ganaderos del El Chal, Petén para la adopción y manejo de leucaena en su sistema de producción

Determinar los principales factores que influyen en la adopción o rechazo de la leucaena como componente en sistemas silvopastoriles manejados por pequeños y medianos productores ganaderos en El Chal, Petén.

## **4.5 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.5.1 Generalidades del área de estudio**

El dominio geográfico del estudio reportado en el presente trabajo consideró el área de influencia del proyecto CATIE/NORUEGA – Pasturas Degradadas en la zona de El Chal, la cual cubre parte de los municipios de Dolores y Santa Ana, en el departamento de Petén (Guatemala). Dicha zona piloto está ubicada entre los 89° 30' y 89° 45' de longitud oeste y entre los 16° 35' y 16° 46' de latitud norte, y cubre un área de 720 km<sup>2</sup>. El área de trabajo corresponde a la zona de vida bosque tropical húmedo, y tiene una precipitación anual promedio de 1796 mm año<sup>-1</sup>, con menor precipitación entre enero y abril (CATIE/NORAD 2001). El trabajo de campo se desarrolló entre los meses de enero a agosto del año 2007.

La ganadería es la principal actividad agropecuaria en la zona de El Chal, Petén, Guatemala. En esta zona, por varios años la producción bovina dominante fue la cría y desarrollo de ganado para carne, pero en los últimos años ha tomado más relevancia la ganadería de doble propósito. La ganadería en El Petén se basa mayormente en el pastoreo extensivo en áreas con dominancia de pasturas degradadas, ya que en el 33.5 % de los potreros hay menos del 40% de gramíneas deseables (CATIE / NORAD 2002). Los productores de la zona piloto mantienen en promedio un hato de 45 animales, de los cuales 25 son hembras en edad reproductiva (incluye vacas paridas, secas, de descarte y vaquillas de 2 a 3 años), pero sólo un 48% (12 animales) están en ordeño.

De acuerdo al sistema de monitoreo establecido por el proyecto CATIE-NORUEGA/PD en relación al uso de la tierra (UT) se han definido un total de 9 tipos de uso del suelo y la importancia relativa de ellos se presenta en el Cuadro 1. El porcentaje del área cubierta por pastos es de 75.9% (22.1% con dominancia de pastos naturales, 53.7% con especies sembradas y 0.1% con pasto de corte).

*Cuadro 1. Uso de la tierra de los productores participantes en el proyecto CATIE/Noruega-PD en la Zona de El Chal, Petén, Guatemala*

<b>Uso de la tierra</b>	<b>%</b>
Pastos mejorados	53.7
Pastos naturales	22.1
Tacotales	14.0
Bosque	4.6
Cultivos anuales	4.2
Banco forrajero	1.0
Pasto de corte	0.3
Huertos familiares	0.2
Plantaciones	0.00
Total	100

Fuente: CATIE/NORUEGA-PD (Datos no publicados)

#### ***4.5.2 La selección de los productores***

Los grupos de productores escogidos para el estudio se seleccionaron utilizando un procedimiento de muestreo que se define como no probabilístico por conveniencia (De Canales *et al.* 1986). El primer grupo estuvo constituido por un total de 29 productores que entre los años 2005 y 2006 habían adoptado, establecido o utilizado cultivo de leucaena, luego de participar en sesiones de aprendizaje participativo sobre establecimiento y manejo de leucaena, las cuales formaron parte del currículo de las Escuelas de Campo que lidera el proyecto CATIE/NORUEGA – PD. Los productores seleccionados representan casi el 30% de los adoptadores, y fueron aquellos que manifestaron su consentimiento a ser entrevistados. El segundo grupo estuvo constituido por cuatro productores que también participaron de las sesiones de aprendizaje participativo pero que no adoptaron la tecnología propuesta. Respecto a la tenencia de la tierra, el 83% de los productores que adoptaron leucaena son propietarios, y el otro 17% de productores producen en tierras arrendadas que son propiedad municipal.

#### ***4.5.3 Colección y manejo de información***

El análisis de la toma de decisiones de los productores sobre la adopción de leucaena fue más allá de su uso en bancos de proteína, porque algunos productores optaron por otras alternativas. La colección de información se hizo mediante entrevista estructurada, utilizando una encuesta que incluía preguntas relacionadas con la toma de decisiones de los productores acerca del cambio de uso de la tierra, siembra, resiembra, manejo posterior a la siembra, control de malezas, plagas y enfermedades, aprovechamiento, e inversión (ver Anexo 1). Antes de proceder a entrevistar a todos los productores incluidos en la muestra, se probó la encuesta con tres productores, y con base en esa experiencia se hicieron algunos cambios. Además, con el fin de profundizar sobre aspectos relevantes del proceso de decisión para la adopción y su posterior manejo, se crearon escenarios relacionados con las condiciones agroecológicas de la finca, del manejo de la unidad productiva y del entorno en el que opera el sistema de finca, lo

que permitió conocer bajo qué condiciones (razonamiento del productor, experiencias acumuladas, objetivos de producción, proyecto de vida y plan de finca) los productores han tomado la decisión de incorporar la leucaena dentro de su sistema de producción, y luego qué criterios guían el manejo de la especie.

Una vez terminadas las entrevistas tanto para el grupo adoptador como para el grupo no adoptador, se sistematizó la información en un cuadro resumen de respuestas de cada uno de los entrevistados, el cual permitió tener una mejor visión de las percepciones de los productores sobre los principales factores que han incidido en la adopción o rechazo del cultivo de leucaena en la zona de estudio.

Con la información obtenida a través de las entrevistas y las observaciones de campo se diseñaron modelos generales de decisión para cada uno de los eventos. Los datos obtenidos por medio de las entrevistas se procesaron a través de medidas de tendencia central y frecuencia. Esto permitió visualizar los factores que influyeron en cada decisión y las probabilidades asociadas con cada factor. Además, permitió explorar cómo los cambios en un factor o en varios pueden influir en la probabilidad de tomar una decisión.

#### ***4.5.4 Análisis de la información***

Para el estudio de toma de decisiones, los valores de cada respuesta estuvieron dados en probabilidades (0 a 100%), los cuales surgieron de las frecuencias relativas de las respuestas emitidas por los productores. Cada decisión o evento está compuesto de uno o varios nodos principales o primarios y por nodos secundarios. Los nodos principales representan la decisión de realizar un determinado evento o acción, y los secundarios los factores o variables que inciden en el nodo principal (Villanueva *et al.* 2003). Con base en la información obtenida se prepararon diagramas que permitieron visualizar los factores que influyen en cada decisión y las probabilidades asociadas con cada factor. Además, los mismos diagramas permitieron explorar cómo los cambios en un factor o en varios pueden influir en la probabilidad de tomar una decisión.

#### ***4.5.5 Modelando la toma de decisiones de los productores***

Los árboles de toma de decisiones fueron organizados utilizando diagramas que hacen referencia a modelos causales. Esos modelos fueron compilados usando el software Netica, versión 1.12 para Windows 95 y Windows NT 4.0 (Norsys, 1998), como una cadena compuesta enteramente de nódulos naturales, los cuales son llamados cadenas de creencia, también conocidas como cadenas Bayesianas. Estas cadenas funcionan previendo una representación de la distribución de uniones para todas las variables, con algoritmos que permiten un cálculo rápido de la distribución de un nodo, los cuales condicionan en cualquier configuración de datos observados (NORSYS 1998). Tomando como base las respuestas de las encuestas y utilizando el programa mencionado, se realizaron simulaciones de la toma de decisiones en diferentes escenarios, y se evaluó la probabilidad de ocurrencia de la adopción bajo las diferentes situaciones planteadas.

### **4.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### ***4.6.1 Decisiones sobre el establecimiento y manejo del cultivo de leucaena***

##### **4.6.1.1 Selección del área de siembra**

El lugar que los productores destinan para el lugar de siembra del cultivo de leucaena fue uno de los puntos donde se encontró mayor variabilidad entre diferentes puntos de vista reflejados en las respuestas. En la mayoría de los casos la respuesta obedece a un patrón de practicidad para establecer y manejar el cultivo de leucaena, así el 28% de productores sembraron en el lugar que lo hicieron porque estaba cercado, buscando con esto practicidad y disminuir los costos para la protección del área sembrada. Otros criterios de importancia en la selección del lugar de siembra de leucaena, fue la cercanía al corral y a la casa. El 17% seleccionó un lugar que estaba cerca del corral; en esta decisión puede haber influido la búsqueda en un mayor reciclaje de nutrientes de las excretas producidas al momento de ordeño (Ikpe y Powell, 2002), lo cual ayudará a reducir los costos de fertilización (Pezo e Ibrahim 1999); pero también puede haber primado la facilidad del uso de la leucaena inmediatamente después del ordeño o de la

separación de los terneros, como una forma de complicar menos el manejo, considerando que se trata de sistemas de doble propósito.

Para el 14% de productores es importante que el cultivo esté cerca de la casa; esto refleja por un lado que para los productores el cultivo de leucaena es algo valioso, y lo siembran cerca de la casa para darle una atención casi constante. Además la Por otro lado, la ubicación cercana a la casa parece estar influenciada por la facilidad de control del cultivo, ya que la leucaena es vulnerable al ataque de plagas (Mármol y Morillo 1997) y susceptible a la competencia por malezas en la fase de establecimiento (CATIE 1991); así mismo para prevenir algún percance como puede ser el ingreso de animales antes del tiempo deseado.

Otro punto que reportan los productores al momento de elegir el lugar para la siembra es que toman en cuenta las características biofísicas del lugar, a manera que el lugar no sufra inundaciones en la época lluviosa, ya que leucaena es una planta vulnerable al exceso de agua (CATIE 1991; Pound y Martínez 1985). Debe anotarse que la leucaena fue un cultivo nuevo para todos los productores que la establecieron, por lo que la aplicación de estos cuidados refleja lo aprendido por los productores en las sesiones de aprendizaje participativo en las Escuelas de Campo, así como el seguimiento que da el personal del proyecto CATIE/NORUEGA – PD; en este sentido el 18% de productores buscaron para la siembra un lugar que no se inundaba. El resto de respuestas de productores fueron variables, por ejemplo: que fuera un lugar plano, que era el único lugar que tenía disponible, que era el mejor terreno, entre otras.

#### **4.6.1.2 Siembra y manejo durante el establecimiento**

En el 100% de los casos la mano de obra familiar tiene participación en todas las fases del cultivo, desde el cambio de uso del suelo hasta el aprovechamiento de la leucaena en la finca. Esto confirma lo señalado por León (2006) quien argumenta que existe una alta participación de la mano de obra familiar en las labores de fincas ganaderas pequeñas y medianas en la zona de El Chal. Debe recordarse que la introducción de prácticas agroforestales en las fincas contribuye a la integración de la familia en el desarrollo de la finca; pues los hijos participan en la familia en la recolección de follaje de los bancos de proteína o de las hileras de árboles

para alimento de bovinos y especies menores (LUPE 1992), además que esta es la filosofía de trabajo del proyecto CATIE/NORUEGA-Pasturas Degradadas.

Además de la mano de obra familiar, hubo también participación de mano de obra temporal en el establecimiento de leucaena en el 50% de las fincas, mientras que la mano de obra contratada permanente tuvo de participación a lo largo de todos los procesos en sólo un 7% de las fincas.

Es importante mencionar que el crecimiento lento mostrado por la leucaena durante la fase de establecimiento, ha sido visto por los productores como una desventaja, pues deben dirigir jornales a ese cultivo, descuidando otras labores o incrementando los costos de mano de obra. La demanda de mano de obra ha sido considerada por Dvorak (1996) y Argel *et al.*(1998) como uno de los factores que pueden incidir en una pobre adopción de este tipo de tecnologías; sin embargo los productores han adoptado estrategias de compensación relevantes, como es la decisión de asociar la leucaena con cultivos anuales durante la fase de establecimiento, como se describe en el siguiente punto.

#### **4.6.1.3 Decisiones importantes en la fase de establecimiento**

A lo largo del período de establecimiento de la leucaena los productores han enfrentado algunas adversidades, de tal forma que el 31% de los productores tuvo que resembrar, pero el nivel de resiembra no fue total; por el contrario, el 78% resembró menos del 25% del área sembrada (Figura 1), lo cual se considera aceptable en un cultivo como la leucaena. Este alto índice de éxito en la siembra se atribuye al proceso de aprendizaje en que estuvieron participando los productores, donde aprendieron que la semilla debería someterse a la escarificación con agua caliente para aumentar la capacidad germinativa de la semilla. La práctica de escarificación utilizada por la mayoría fue sumergir la semilla por tiempos desde 2 hasta 60 minutos, en agua que había alcanzado una temperatura de 80° C (González y Mendoza, 1995).



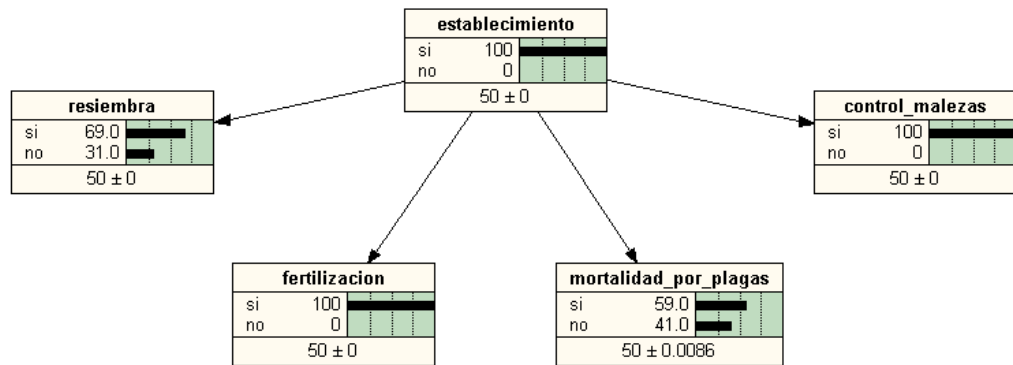


Figura 1. Principales actividades asociadas a la fase de establecimiento de leucaena.

Para decidir el momento de siembra, la mitad de los productores adoptadores se inclinó a hacerlo en la época lluviosa, el 39% tomó la decisión en función de la disponibilidad de insumos, mientras que un menor porcentaje tomó en cuenta la disponibilidad de la mano de obra; este último criterio es importante por que el establecimiento de leucaena es altamente demandante de mano de obra (Alonso *et al.* 2001). La forma de preparar la tierra para la siembra está dada por dos factores: que el área sea mecanizable y que haya disponibilidad de maquinaria. En la mayoría de casos el área no era mecanizable, de esa forma el 86% de los productores realizaron la preparación del suelo en forma manual, elevando el uso de mano de obra en la forma que ya fue descrito.

El 69% de productores realizó la siembra en asocio y el resto en monocultivo (Figura 2).. El tipo de asocio que prevalece es el asocio leucaena-pasto en un 75% mientras que algunos productores decidieron asociar con maní forrajero (*Arachis pintoi*) con el propósito de mejorar el suministro de proteína en el animal. Sin embargo, en cuanto al asocio durante el establecimiento es fundamental diferenciar dos puntos, el primero se refiere al asocio que algunos productores practicaron en el primer año de establecer leucaena con un cultivo de ciclo corto (maíz y/o frijol); el segundo punto es el asocio que la mayoría de productores realizaron en el segundo año, el cual fue con pasto o en otros casos con maní forrajero. En el primer año el 36% de los productores entrevistados optaron por asociar la leucaena con cultivos de ciclo corto, la mayor parte de ellos (89%) lo asoció con maíz (*Zea mays*) y el resto

además incluyó frijol (*Phaseolus vulgaris*). La mitad de los productores que asoció la leucaena con cultivos anuales lo hizo sólo en un ciclo, y la otra mitad mantuvo el asocio por dos ciclos de maíz y/o frijol. Las razones que influyeron en dicha decisión fue aprovechar el terreno limpio y que las deshierbas que se hacían para el cultivo anual (maíz o frijol) también iban a favorecer a la leucaena.

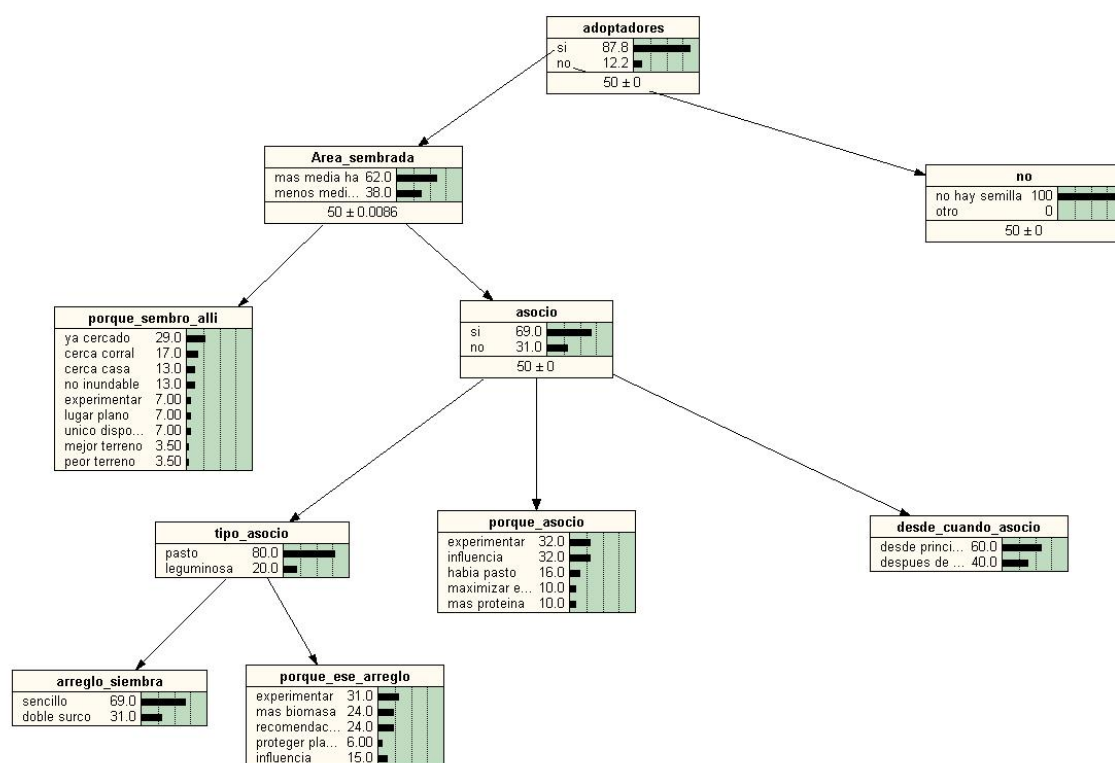


Figura 2. Puntos importantes respecto a la adopción y asocio de leucaena y pasto

No se encontró relación alguna entre tamaño de la finca con respecto al asocio ni a la forma de siembra; estas decisiones fueron independientes del tamaño de la finca. Por ejemplo la siembra en doble surco se encontró en fincas con extensión de pasturas promedio de 24.25 ha, y esa área se corresponde bastante con el promedio de área en pasturas de las 29 fincas en estudio (25 ha). Tampoco se encontró relación entre el tamaño de la finca y el tipo de cultivo de ciclo corto con que se asoció inicialmente la leucaena. Es más, el hecho de asociar o no en dicho período obedeció a otras causas o argumentos. Entre los reportados por los productores están:

aprovechar el terreno limpio, experimentar tratando de replicar aciertos del vecino y en otros casos porque el cultivo de ciclo corto (maíz/frijol) estaba previamente establecido.

La forma de siembra que prevalece es en surcos sencillos, pero el 31% de productores optaron por la forma doble surco, buscando una mayor producción de biomasa de leucaena, pero los que lo hicieron así indicaron que el control de malezas era más laborioso por el poco espacio que queda entre plantas, lo cual dificulta prevenir daños en plantas de leucaena. El 71% de productores decidieron utilizar espacios abiertos entre surcos, estos fueron espacios mayores a un metro, el 17% lo hizo con espacio entre surcos de un metro y una minoría (10%) lo hizo a menos de un metro. La decisión sobre el arreglo de siembra estuvo determinada por la búsqueda de una mayor productividad de biomasa, o siguiendo recomendaciones de los técnicos del proyecto; aunque también en menor escala estuvo influenciado por el deseo de “experimentar”, o buscando proteger de alguna forma las plantas que se estaban estableciendo.

#### ***4.6.2 El control de malezas y plagas***

La competencia con malezas y el ataque de plagas fueron los principales problemas reportados por los productores que establecieron la leucaena (43 y 29%, respectivamente). Se sabe que en términos generales la especie presenta un crecimiento lento en la fase de establecimiento (Mármol y Morillo, 1997), lo que la hace estar en desventaja para la competencia con malezas; lo cual muchas veces obliga a limpiezas frecuentes en esa etapa del cultivo. Los productores deben combatir las malezas principalmente en la época lluviosa, sin embargo el 14% de productores menciona que el control ha sido necesario también en la época seca.

El 59% de productores experimentaron pérdida de plantas por alguna plaga; siendo las más frecuentes el zompopo (*Atta sp*), la gallina ciega (*Phyllophaga parasitica*) y el chapulín (*Tettigonia sp.*). Sierra (1990) también ha identificado el ataque de hormigas como una de las principales plagas durante el establecimiento de leucaena. Por otro lado, es oportuno mencionar que Ruiz *et al.* (1996) observaron una disminución considerable del ataque de organismos nocivos cuando la leucaena estuvo asociada a otros cultivos, producto del equilibrio biológico que se establece al incrementarse la biodiversidad. Esta referencia es

relevante si se considera que la mayoría de productores optó por la siembra de leucaena en asocio con otros cultivos.

#### **4.6.3 Forma de uso de leucaena por parte de los productores**

La mayoría de productores ha decidido utilizar la leucaena bajo ramoneo; solamente un 3% se decidió por el sistema de corte y acarreo. La principal razón para el ramoneo es la practicidad de su aplicación y el menor costo y demanda de mano de obra para su utilización (Pound y Martínez, 1985). Esta decisión confirma lo señalado por Dvorak (1996) que la alta demanda de mano de obra es una de las principales causas para la menor adopción de tecnologías agroforestales, y si esta demanda se obvia, hay mayor posibilidad de adopción. En el caso de El Petén, donde las fincas que establecieron leucaena tienen en promedio 46 ha, y en las que producción ganadera tiende a ser más extensiva, tiene aún mayor sentido el uso de la leucaena bajo ramoneo, y la adaptación de la especie al uso directo por los animales es una de las ventajas de esta leñosa. López (2005) encontró que los sistemas de corte y acarreo en el caso de otra leñosa (*Gliricidia sepium*) tenían más sentido con productores que tenían fincas pequeñas.

También es importante hacer mención sobre el manejo de podas, pues solamente el 24% de productores han realizado esta práctica, pero debe entenderse que muchas de las parcelas tienen relativamente poco de establecidas, y según Brewbaker *et al.* (1977) dicha práctica es necesario realizarla cada 2-3 años; pero al momento de realizarla debe tomarse en consideración la época y la disponibilidad de agua (Hernández *et al.* 1996) pues las interrupciones en el crecimiento causadas por los cortes frecuentes provocan una movilización de los azúcares desde las raíces para apoyar el desarrollo de las nuevas hojas y esto afecta severamente la formación de raíces y nódulos. Es de esperar que este efecto sea mayor si no hay condiciones ambientales favorables (p.e. buena disponibilidad de agua) para que se logre un adecuado rebrote (Hernández *et al.* 2000). Análisis económicos indican que las podas de leucaena podrían ser más útiles cuando esta se va a usar como suplemento que como mulch; porque la alta biomasa de leucaena y las características nutricionales pueden mejorar el suministro de forraje y la calidad del mismo, ofreciendo mayor potencial en sistemas intensivos donde es practicado el corte y acarreo (Otsyina *et al.* 1994).

Un factor que ha sido importante para la aceptación de la tecnología es la versatilidad en los usos que tiene leucaena (CATIE y NAS 1984). De esta cuenta, la mayor parte de productores reportan como uso alternativo que le han dado al cultivo es la producción de semillas (Figura 3), otros beneficios alternos constituye la producción de leña, la producción de postes y su uso en elaboración de bloques multinutricionales, constituyendo la hoja deshidratada de leucaena un ingrediente importante en la elaboración de dichos bloques. El 69% de productores menciona que han recibido beneficios de leucaena en la producción animal (aumentos en la producción de leche y carne), a pesar que las extensiones de leucaena son pequeñas (menor a 1 ha para la mayoría) en comparación al tamaño total de la finca (25 ha de pasturas en promedio); esto refleja el valor nutritivo alto que posee la especie.

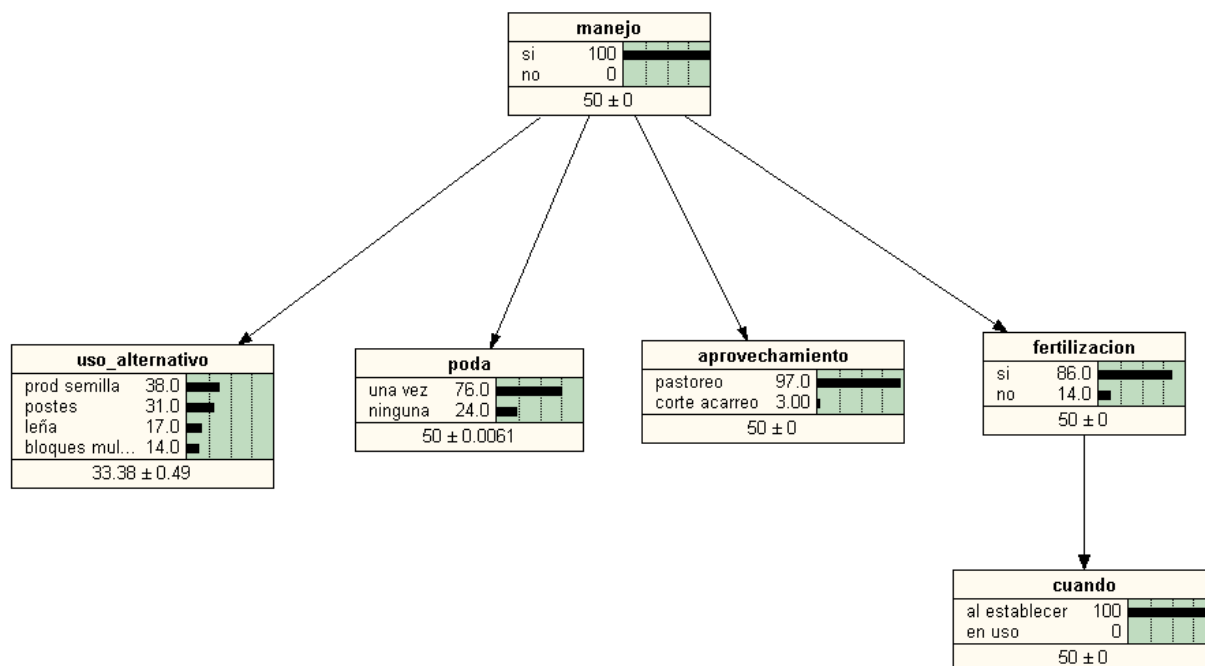


Figura 3. Decisiones importantes sobre manejo de leucaena

#### 4.6.4 Decisiones sobre la posible expansión del área sembrada

En este tipo de proyectos es muy importante la continuidad del mismo, el 83% de productores tiene el propósito de aumentar el área sembrada (Figura 4), pero solamente el 41% de

productores ven bien la idea de sembrar un área de leucaena de forma que los animales puedan tener acceso a ella cada día. El criterio que prevalece es sembrar en un futuro más del doble del área que actualmente está establecida, mientras que un 33% de productores solamente contemplan establecer otra cantidad igual a la que actualmente tienen en uso. En el caso de aquellos que no quieren establecer más área de leucaena, es porque el establecimiento del cultivo requiere mucha mano de obra y en otros casos porque ya no cuentan con área disponible para dicha siembra, pues está cubierta por pasturas mejoradas.

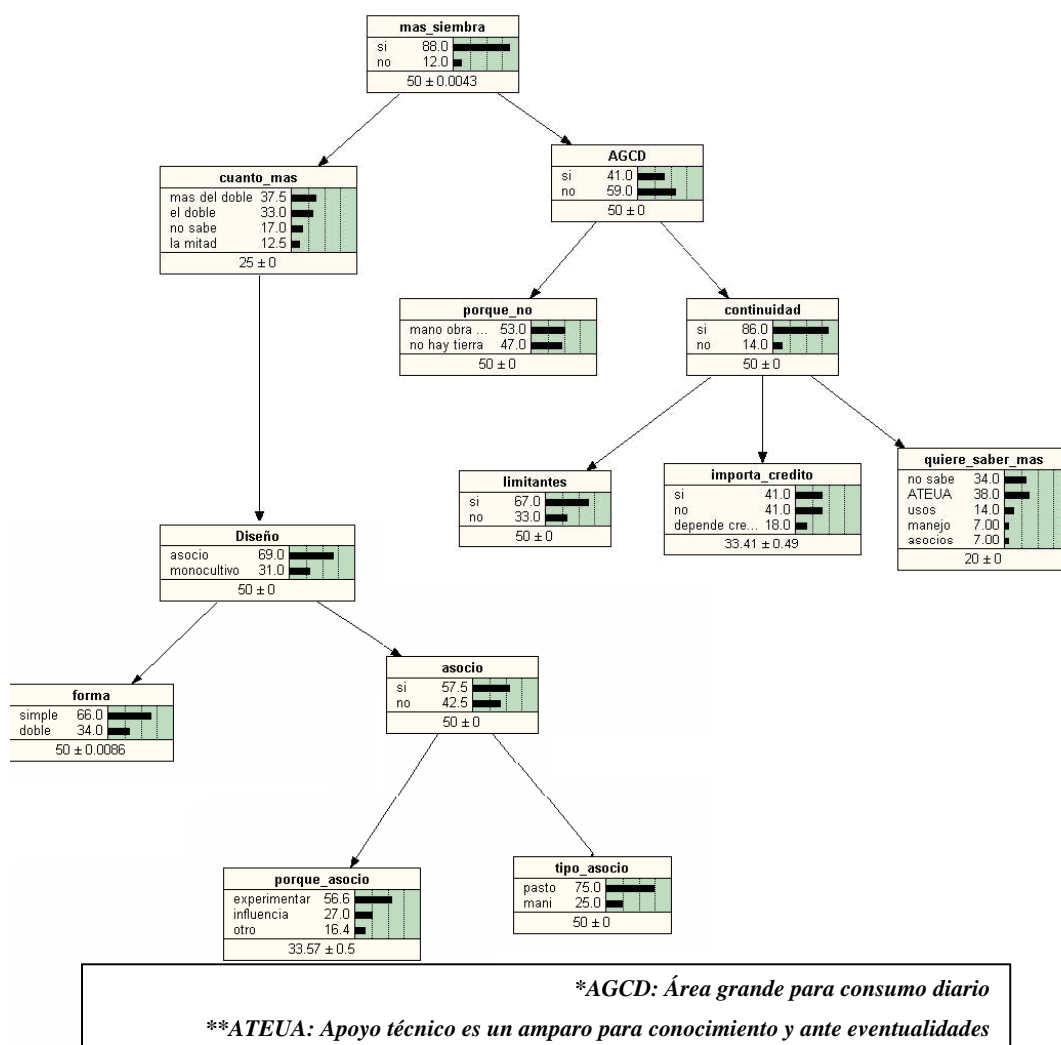


Figura 4. Toma de decisiones sobre el tamaño y diseño del sistema de siembra de nuevas áreas de leucaena

Para el 41% de productores el disponer de crédito sería necesario para ampliar el área sembrada, pero para otro 41% no tiene importancia el crédito, y un 17% indica que eso dependerá del tipo de crédito que sea ofrecido. Estos aspectos tiene importancia para la adopción de un sistema silvopastoril, pues se reconoce que el establecimiento de leñosas es costoso, y toma tiempo hasta que pueda ser utilizado, por ello algunos consideran que se requiere de crédito. Pero el crédito no es el único factor importante para la adopción de sistemas silvopastoriles, Ibrahim *et al.* (2001) identifican otros tales como la existencia de mecanismos eficientes de difusión, de políticas e incentivos apropiados, así como el conocimiento adecuado de las preferencias de los productores.

Otro aspecto a destacar es que el 86% de los productores se siente preparado técnicamente para aumentar el área sembrada, lo cual refleja la efectividad del proceso de aprendizaje participativo desarrollado por el proyecto CATIE/NORUEGA – Pasturas Degradadas. La mayoría de aquellos que no se sienten aún preparados para establecer nuevas áreas de leucaena, son los que al momento de la encuesta llevaban poco tiempo de haber comenzado con el cultivo.

#### ***4.6.5 Principales puntos considerados en la simulación de adopción***

Tres de los principales puntos que se tomaron en cuenta en el presente estudio para determinar la adopción de leucaena fueron: el conocimiento, la asistencia técnica y la importancia del crédito. Dichos elementos fueron considerados para simular el posible impacto de estos tres criterios sobre la probabilidad de adopción de sistemas silvopastoriles que incluyen a la leucaena, por productores de El Petén que estaban representados por aquellos encuestados. El análisis indicó que si los tres criterios o condiciones se dieran al mismo tiempo, la probabilidad de adopción del cultivo sería del 87.8% (Figura 5). Esto está de acuerdo con estudios realizados por Cramb (2000) quien menciona que para una adopción exitosa se debe tener una planificación cuidadosa y el uso apropiado de las metodologías de extensión.

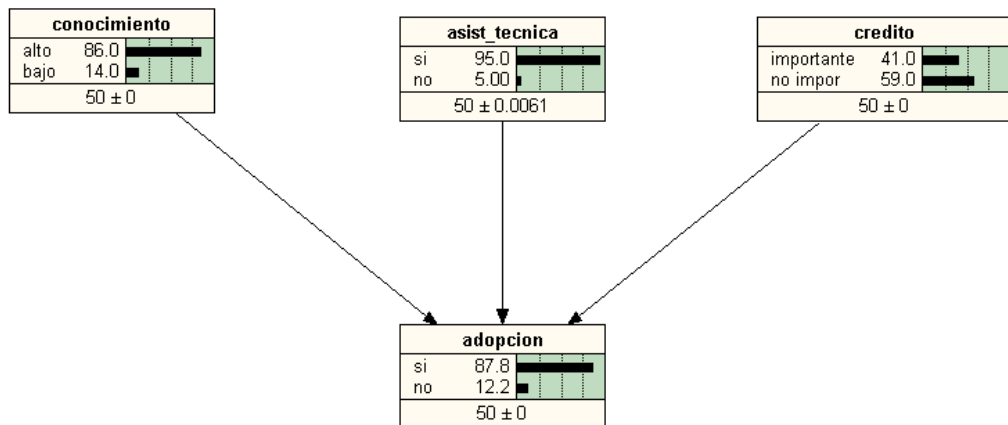


Figura 5. Diagrama de decisiones sobre adopción basado en conocimiento, asistencia técnica e importancia del crédito para los productores

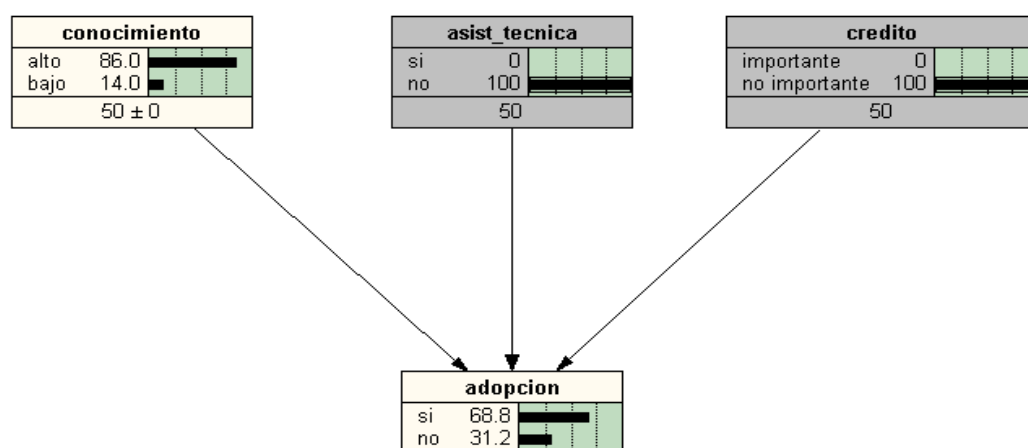
En este sentido, es interesante conocer como los resultados del presente estudio contrastan con otras experiencias donde la adopción ha sido baja (Lesleighter y Shelton 1986; Dagang y Nair 2003; Gutteridge 1998). Cuando se analizaron las razones de aquellos productores que participaron en el proyecto no adoptaron el sistema silvopastoril en sus fincas (12%), la principal razón para la no adopción fue la falta de semilla. Gutteridge (1998) ha señalado que la alta demanda de mano de obra para la preparación de tierra y la siembra de leucaena influye en la baja adopción. Estos factores efectivamente se dieron, pero los productores otras estrategias para superarlos, como ser la siembra en asocio. Los resultados de las encuestas también sugieren que otros factores que favorecen la adopción son: la tenencia estable de la tierra, mejoras en el acceso a mercados, y la existencia de buenos mecanismos de interacción en la comunidad, los que favorece el intercambio de tecnologías de productor a productor.

#### 4.6.6 Simulación de modelos de decisión

Si se toman como elementos de juicio para la modelación por un lado el supuesto que el proyecto termine (no más asistencia técnica) y que tampoco hay disponibilidad de crédito para las siembras de leucaena, pero que con el proyecto los productores adquirieron un

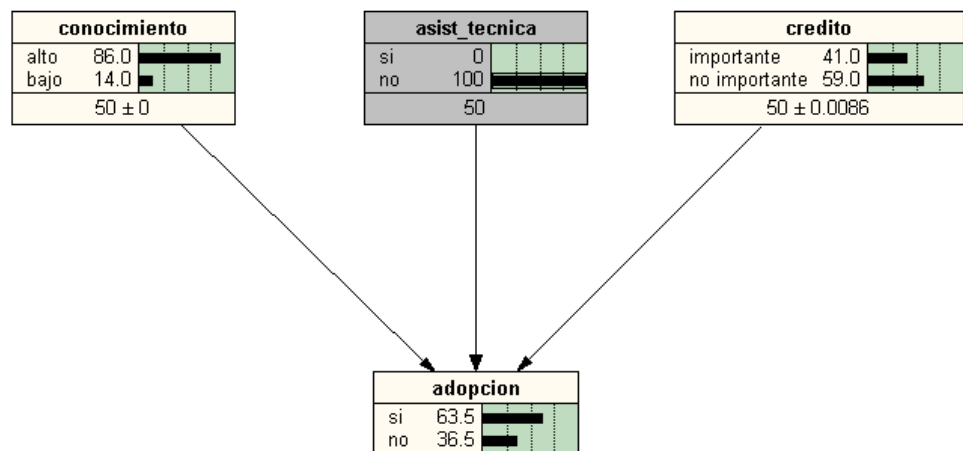


conocimiento alto en el manejo del cultivo de leucaena tal como lo reflejaron las encuestas que validan el presente estudio, la probabilidad de adopción sigue siendo alta (68.8%) (Figura 6). Pero también hay que tomar en cuenta que hay muchos factores adicionales que están involucrados en este punto. De acuerdo a Pradeepmani (1998) otros factores que influyen en la adopción de tecnologías silvopastoriles están la tenencia y disponibilidad de la tierra, la experiencia y capacidad propia o aprendida de innovar que poseen los finqueros, la disponibilidad de mano de obra, así como la magnitud de los costos de establecimiento; todos estos factores de alguna forma parecen haber jugado en forma positiva en el proyecto, y eso ha sido determinante del alto grado de adopción.



*Figura 6. Modelación del efecto del conocimiento adquirido, la asistencia técnica y el acceso a crédito sobre la adopción de leucaena*

En la Figura 7 se hace un análisis similar, considerando que los productores ya poseen un buen conocimiento de la tecnología y disponen, pero que el proyecto ha terminado y por tanto no disponen de asistencia técnica, bajo esas condiciones el 63.5% adoptará la tecnología.



*Figura 7. Modelación conocimiento adquirido, expectativas reales económicas y con asistencia técnica ausente*

En la Figura 8 se analiza la situación de productores que no han sido expuestos previamente a la tecnología, pero participan de acciones de aprendizaje participativo con seguimiento (un tipo de asistencia técnica) y que no disponen de crédito. Bajo esas condiciones el nivel de adopción sería del 90%. Estos resultados dan indicación del potencial de impacto positivo que tiene la existencia de programas de aprendizaje con acompañamiento técnico en la adopción de una tecnología como son los sistemas silvopastoriles con leucaena, que es justamente el resultado observado de las acciones del Proyecto CATIE/NORUEGA – Pasturas Degradadas en la zona piloto de El Chal.

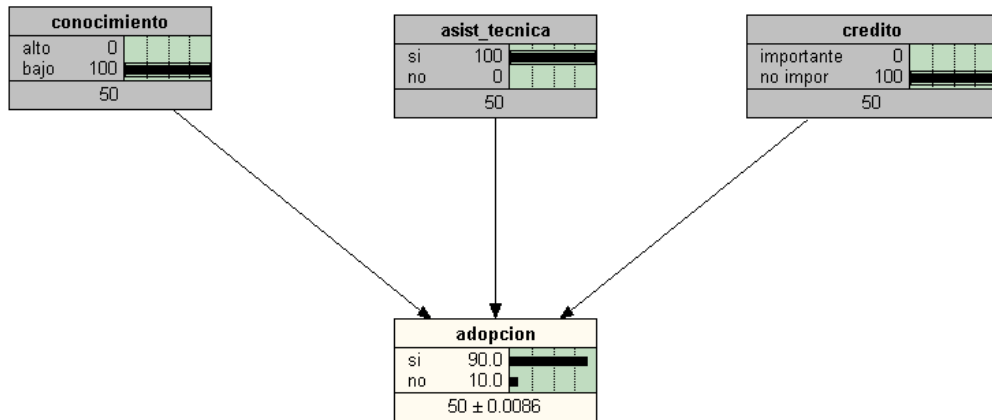


Figura 8. Modelo de adopción asumiendo escaso conocimiento pero contando con asistencia técnica en los casos que el crédito no es importante, en este caso la adopción es alta

Para simular el caso de la ampliación el área en leucaena, se tomaron en cuenta tres de los factores identificados por los productores como determinantes más importantes en el aumento del área sembrada con leucaena, se vio que el 83% de los productores ampliarían el área (Figura 9).

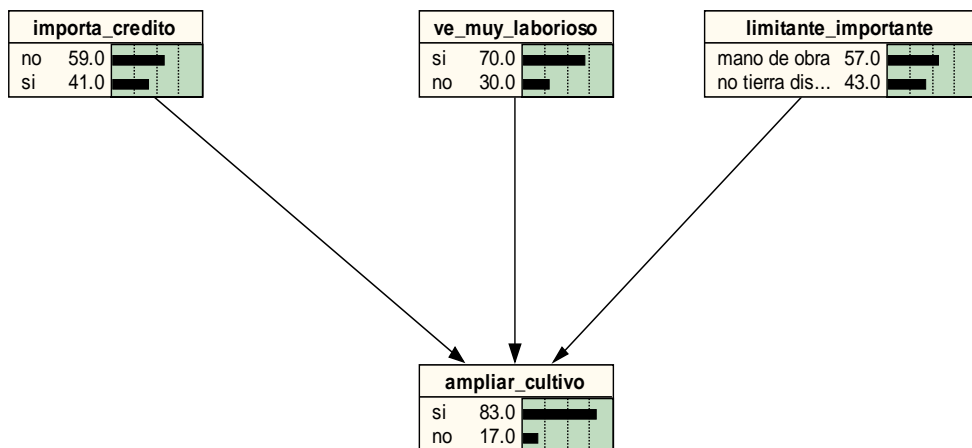


Figura 9. Factores importantes a tomar en cuenta para el productor en la ampliación de los bancos de leucaena

Ahora bien, si los productores no vieran el establecimiento de leucaena como muy laborioso o que disponen de suficiente mano de obra, el 95.9% ampliaría el área de cultivo en leucaena (Figura 10).

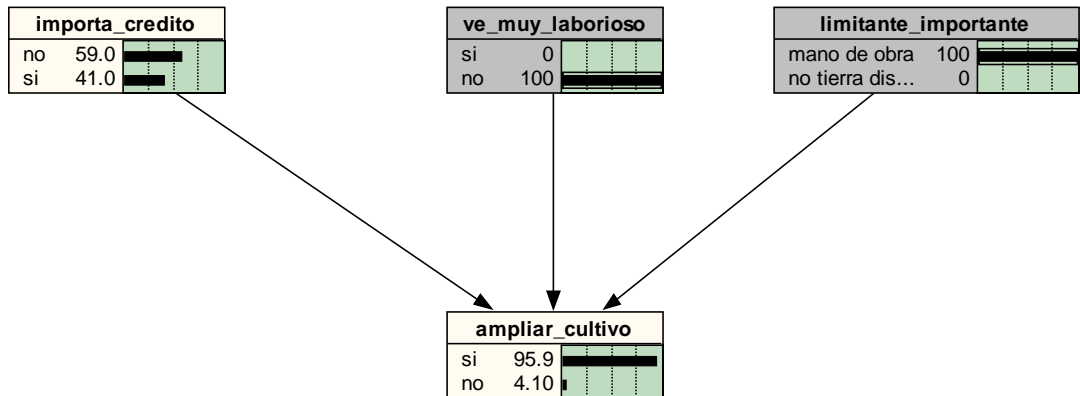


Figura 10. Factores importantes a tomar en cuenta para el productor en la ampliación de los bancos de leucaena

Como se dijo, algunos productores decidieron asociar la leucaena a otro cultivo durante la fase de establecimiento, y esto es el resultado de varios criterios, entre los que destacan: el deseo de experimentar, el aprovechamiento del terreno limpio y el hecho que necesitaban sembrar un cultivo anual. Cuando se combinaron los tres factores, la probabilidad del asocio de la leucaena con otro cultivo en la fase de establecimiento fue del 36% (Figura 11)

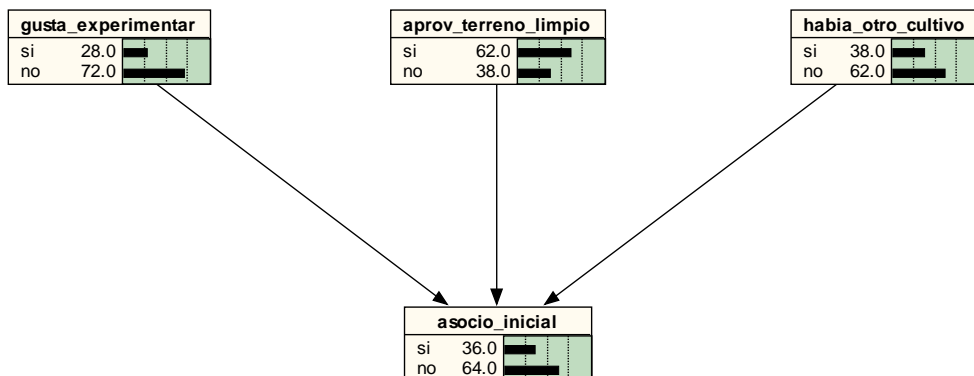


Figura 11. Eventos relacionados al asocio durante la fase de establecimiento de leucaena con cultivos anuales

Ahora bien si el 100% de los productores tuviera el interés en probar nuevas opciones (experimentar) y aprovechar el terreno libre de malezas para el establecimiento de leucaena, pero que se tome en cuenta la condición real que existencia de otro cultivo (p.e. maíz o frijol), entonces las probabilidad de establecer la leucaena en asocio con los cultivos se elevaría considerablemente (96.9%) (Figura 12).

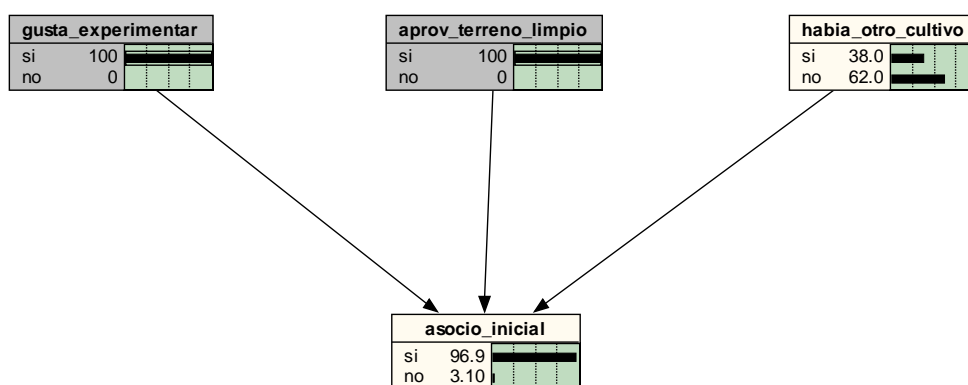


Figura 12. Simulación de una alta aptitud de experimentar del productor unido a querer aprovechar el área limpia para el establecimiento de leucaena en relación al asocio inicial

Cuando se consideran las condiciones reales respecto al aprovechamiento del terreno limpio por parte del productor y la probabilidad de existencia de un cultivo previo, pero que el productor tiene un interés muy alto por experimentar, la probabilidad del asocio inicial de leucaena con un cultivo de ciclo corto es del 79.2% (Figura 13). Estos resultados sugieren que el desarrollo del interés y capacidad por descubrir en las Escuelas de Campo es una actitud que se debe incentivar más entre los productores.

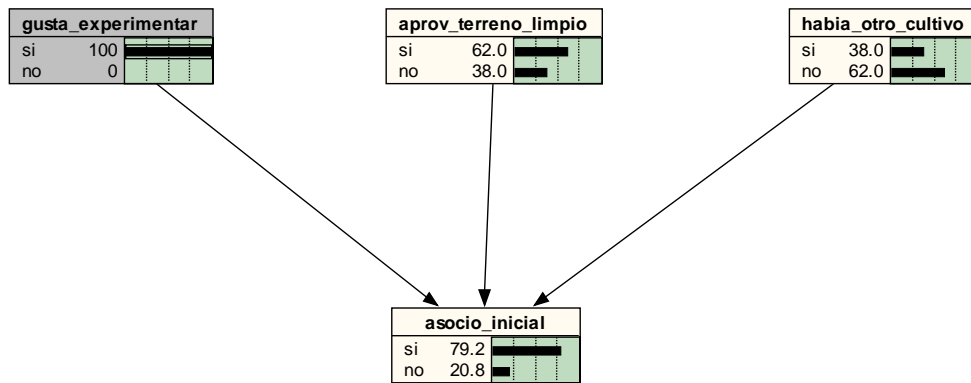


Figura 13. Simulación de influencia del gusto de experimentar del productor en relación al asocio inicial

Ahora bien, si se mantuvieran como constantes el deseo por experimentar que mostraron los productores como criterio para el asocio y el de aprovechamiento del terreno, pero se asume que el 100% tiene otro cultivo, entonces la probabilidad de sembrar la leucaena en asocio con un cultivo anual sería del 100% (Figura 14).

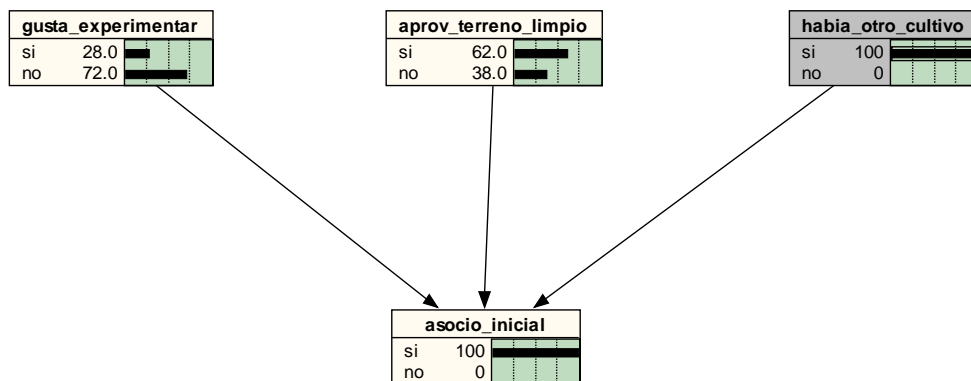


Figura 14. Simulación de evento donde el productor ha establecido un cultivo anual previo al establecimiento de leucaena

#### **4.7 CONCLUSIONES**

- La capacitación de los ganaderos pequeños y medianos de la zona de El Chal, Petén, Guatemala, sobre sistemas silvopastoriles basados en el uso de leucaena, dentro de un programa de experimentación-aprendizaje participativo con el enfoque de Escuelas de Campo, ha influido fuertemente en la adopción de esta innovación tecnológica, pero ellos han decidido por diversas opciones de incorporación de leucaena en sus sistemas, no sólo en la forma de bancos de proteína.
- Uno de los principales problemas enfrentados por los productores ha sido el crecimiento lento de la leucaena durante el establecimiento, lo cual influye en forma negativa sobre la proliferación de malezas y en una mayor demanda de mano de obra, especialmente familiar. Sin embargo, para disminuir costos o justificar el mayor uso de mano de obra, los productores usan estrategias tales como el asocio con algún cultivo anual, en uno o dos ciclos, siendo el maíz y el frijol los usados más frecuentemente.
- Los sistemas ganaderos presentes en la zona de El Chal, Petén, Guatemala, tienden a ser más extensivos, razón por la que cuando se tienen sistemas basados en leucaena, la preferencia es por la siembra en asocio con pastos y el uso de la leucaena bajo ramoneo.
- La tenencia de la tierra es más determinante que el acceso a crédito en la adopción de sistemas silvopastoriles con leucaena, pues se trata de una inversión de largo plazo.

#### **4.8 RECOMENDACIONES**

- Analizar si los criterios utilizados en la toma de decisiones para la incorporación de leucaena en sistemas ganaderos identificado con los ganaderos pequeños y medianos, que practican sistemas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala, también funcionan en ganaderos más grandes y en otras zonas donde tiene potencial la leucaena.

- Que se desarrollen mecanismos para incentivar la difusión de sistemas silvopastoriles basados en leucaena. Entre las posibles acciones se incluye el asegurar la disponibilidad de semillas de calidad, el establecimiento de programas de enseñanza-aprendizaje participativo para productores ganaderos, la existencia de incentivos tales como el pago por servicios ambientales, el acceso fácil a sistemas de crédito, etc. Todo esto debe contribuir a incrementar la productividad por unidad de superficie, cambiar el paisaje ganadero y ayudar a la conservación de los recursos.

#### 4.9 BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, Y; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas (Costa Rica)* 8:21-27.
- Argel, PJ. 1999. Opciones forrajeras para el desarrollo de una ganadería más productiva en el trópico bajo de Centroamérica: contribución del CIAT. *In: Intensificación de la Ganadería en Centroamérica: Beneficios Económicos y Ambientales*. Pomareda, C; Steinfeld H. (eds). Turrialba, C.R. CATIE. p 198-218.
- Betancourt, H. 2006. Evaluación bioeconómica del impacto de la degradación de pasturas en fincas ganaderas de doble en El Chal, Petén, Guatemala. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, CR. CATIE. 91 p.
- Brewbaker, J; Hutton, M; Javier, E; Sanchez, G; Viemeyer, N; Zabala, N. 1977. Varietal interoduction, hibrization, selection and seed production technology. *In* Internacional Consultation on Ipil-ipil Research. US. Nacional Academy of Sciences (ed). Philipine. Council for Agricultura and Resources Research. 125-131.



- Brown M. 1981. Presupuestos de fincas: del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos agrícolas. Tecnos. Madrid, España. 142 p.
- CATIE/NORAD. 2001. Estudio de línea de base para proyecto de pasturas degradadas (Informe Preliminar). Turrialba, CR. 122 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR) NAS (National Academy of sciences). 1984. Especies para leña, arbustos y árboles para la producción de energía. Proyecto leña y fuentes alternas de energía CATIE. Turrialba, CR. 93 p.
- \_\_\_\_\_. 1991. *Leucaena (Leucaena leucocephala)*: especies de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, CR. 52 p. (Colección de Guías Silviculturales).
- Cramb, R. 2000. Processes influencing the successful adoption of new Technologies by smallholders. *In* ACIAR Proceedings No 95. Working with farmers: the key to adoption of forage technologies. Gutteridge, HM; Mullen BF; Bray, RA (eds). Canberra, Australia. Editorial Lynch. p. 11-22.
- Dagang, A; Nair P. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* (Holanda) 59:149-155.
- David, S. 1995. What do farmers think? Farmer evaluations of hedgerow intercropping under semi-arid conditions. *Agroforestry Systems* (Holanda) 32:15-28
- Dvorak, KA. 1996. Adoption potential of alley cropping. Final Project Report: International Institute of Tropical Agriculture, Ibadan, Nigeria., Resource and Crop Management Program. Research Monograph N° 23.
- Causillas, T. 1986. Análisis de resultados y toma de decisiones en empresas campesinas. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. Tegucigalpa, H. 112 p.

- González, Y; Mendoza, F. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. Revista Pastos y forrajes “Indio Hatuey” (Cuba) 18:59-65.
- Gutiérrez, M. 1996. Pastos y forrajes de Guatemala, su manejo y utilización base de la producción animal. Guatemala. E&G. 318 p.
- Gutteridge, R. 1998. Leucaena in alley cropping systems: challenges for development. . In ACIAR proceeding 86. Leucaena adaptation, quality and farming systems. Shelton HM, Gutteridge RC, Mullen BF, Bray RA (eds). Canberra (Australia). Editorial Lynch. p. 337-341.
- Hernández, I; Benavides, J; Pérez, E; Simón, L. 2000. Efecto de podas combinadas en la producción de biomasa de *Leucaena leucocephala* durante el periodo seco en Cuba. Revista Pastos y forrajes “Indio Hatuey” (Cuba) 23: 39-45
- Hernández, I; Benavides, J; Simon, L. 1996. Manejo de las podas de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en el período seco en cuba. Agroforestería en las Américas (Costa Rica) 3:28-31
- Horne, P; Magboo, E; Derridge, P; Tuhulele, M; Phimpachanvogsod, V; Gabunda, F; Hoa, J; Stur, E. 2000. Participatory approaches to forage technology development with smallholders in southeast Asia. In Aciar proceedings No 95, working with farmers: the key to adoption of forage technologies. Shelton HM, Gutteridge RC, Mullen BF, Bray RA (eds). Canberra (Australia). Editorial Lynch. p. 23-31.
- Ibrahim M, Beer J, Sinclair F, Harvey C. 2001. Sistemas Silvopastoriles para la Restauración de Ecosistemas de Pasturas Tropicales Degradados. In: Simposio Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles y Segundo Congreso sobre Agroforestería y Producción Ganadera en América Latina (Hotel Herradura, San José, CR). CATIE. Turrialba, C.R. CATIE.

- Ikpe, F; Powell, J. 2002. Nutrient cycling practices and changes in soil properties in the crop-livestock farming systems of western Niger Republic of West Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems (USA)* 62:37-45.
- Lesleighter, LC; Shelton, HM; 1986. Adoption of the shrub legume *Leucaena leucocephala* in central and southeast Queensland. *Tropical Grasslands (Australia)*. 20:97-106
- Leon, J. 2006. Conocimiento local y razonamiento agroecológico para toma de decisiones en pasturas degradadas en El Petén Guatemala. Thesis *Mg. Sc.* Turrialba, Costa Rica. CATIE. 100 p.
- Lopez, M. 2005. Procesos del fomento tecnológico de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en Rivas, Nicaragua: resultados bioeconómicos y lecciones aprendidas para su difusión. Thesis *Mg. Sc.* Turrialba, CR, CATIE. 92 p.
- LUPE (Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra). 1992. Manual práctico de agroforestería. Proyecto mejoramiento del uso y productividad de la tierra. LUPE-USAID. Secretaría de agricultura y ganadería. Tegucigalpa, H. 112 p.
- Mármol, J; Morillo, D. 1997. *Leucaena*: cultivo y utilización en la ganadería bovina tropical. CORFONLUZ. Maracaibo, V. 152 p
- NORSYS (1998). *Netica versión 1.12 Windows 1998*. Norsys Software Corporación.
- Otsyina, R; Hanson, J; Akyeampong, E. 1994. *Leucaena* in East Africa. In ACIAR proceedings 57. *Leucaena*, opportunities and limitations. Shelton, M; Piggin CM; Brewbaker, J. (eds). Editorial Lynch. Canberra (Australia).
- Pathak, P; Patil, B. 1982. *Leucaena* research an the Indian grassland and fodder research institute. In *leucaena* research in the Asian – pacific region. International Development Research Centre. Proceedings of a workshop held in Singapore, 23-26 november 1982.

- Nitrogen Fixing Tree Association and The International Development Research Center. p. 83-87
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No 2. CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. 275 p.
- Prins, C; Lok, R; Current, D. 1999. Cambio e innovación tecnológica en tiempos de escasez, estrés y nuevas oportunidades. 4 Semana Científica, CATIE, Turrialba, CR (abril 1999).
- Pradeepmani D. 1988. Introducing multipurpose trees on small farms in Nepal. *In* Multipurpose tree species for smallfarm use. 1987. Proceedings of an International Workshop Held in Pattaya. Withington D, MacDicken KG, Sastry CB, Adams NR. (eds)..., Thailand. Winrock Internacional. p. 197-203.
- Raintree JB. 1985. Factores que afectan la adopción de innovaciones agroforestales por agricultores tradicionales. *In* Memoria del seminario Avances de Investigación Agroforestal. Beer JW, Fassbender HW and Heuvelop (eds), Turrialba, Costa Rica. CATIE, Turrialba, CR. 452 p.
- Romero, F; Benavides, J; Kass, M; Pezo, D. 1994. Utilización de árboles y arbustos en sistemas de producción de rumiantes. Ganadería Tropical. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. p 207-220.
- Ruiz, T; Febles, O; Rodríguez, O; Zarragoitia, L; Bernal, G; Diaz, L. 1996. Comportamiento de *Leucaena leucocephala* sembrada conjuntamente con diferentes números de surcos de *Cynodon dactylon* var. 68. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 30:105-111.
- Salam, A; Noguchi, T; Koike, M. 2000. Understanding why farmers plant trees in agroforestry in Bangladesh. Agroforestry Systems (Holanda) 50:77-93.

- Steinfeld H. 2000. Producción animal y el medio ambiente en Centroamérica. *In* Intensificación de la ganadería en Centroamérica: beneficios económicos y ambientales. Pomareda C.; Steinfeld H (eds). San José, Costa Rica. P. 17-32
- Spain JM; Gualdrón R. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. *In* VI Reunión del Comité de Evaluación de Pastos Tropicales. Lascano C E; Spain J. M. (eds). Establecimiento y renovación de pasturas: conceptos, experiencias y enfoque de la investigación. Veracruz, México. (Memorias RIEPT-CIAT), 268-283 p.
- Salam, MA; Noguchi, T; Koike, NM. 2000. Understanding why farmers plant trees in the homestead agroforestry in Bangladesh. *Agroforestry System (Holanda)* 50:77-93.
- Sierra, O. 1980. Growth of 90 varieties of leucaena in Costa Rica. *In* Leucaena Newsletter. Council for Agricultural Planning and Development. Taipei, Taiwan 1: 9.
- Uribe, AFC; Mercado de Duque, M; Ramírez, NG; Rodríguez, QPA. 1998. Principales avances en investigación y desarrollo tecnológico por sistemas de producción pecuaria. CORPOICA. Santafé de Bogotá, D.C., Colombia. 143 p.
- Vera, T. 1987. Study of *Leucaena leucocephala* seed scarification. *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán (Argentina)* 64:179-185.
- Villanueva, C; Ibrahim, M; Harvey, C; Sinclair, F; Muñoz, D. 2003. Estudio de las decisiones claves que influyen sobre la cobertura arbórea en fincas ganaderas de Cañas, Costa Rica. *Agroforestería de las Américas (Costa Rica)* 10:69-77.

## 5 CAPÍTULO 2. EVALUACIÓN DE BANCOS DE PROTEÍNA DE LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*) COMO SUPLEMENTO NUTRICIONAL PARA VACAS LACTANTES EN SISTEMAS DOBLE PROPÓSITO EN EL CHAL, PETÉN, GUATEMALA

**Palabras claves:** bancos de leucaena, ganado doble propósito, producción de leche.

### 5.1 RESUMEN

La presente investigación se realizó con el fin de evaluar el efecto que tiene sobre la producción y calidad de leche el acceso diario a bancos de proteína de *Leucaena leucocephala* de vacas doble propósito manejadas bajo pastoreo. El trabajo se realizó en tres fincas en El Chal, Petén (Guatemala), zona que se encuentra ubicada entre los 89° 30' y 89° 45' de longitud oeste y entre los 16° 35'; 16° 46' de latitud norte, y que ecológicamente corresponde a una zona de vida bosque tropical húmedo. La precipitación anual promedio es de 1796 mm año<sup>-1</sup>, con una mayor concentración entre mayo y diciembre.

En cada finca se dio seguimiento al mismo tiempo a cinco vacas mestizas de doble propósito, las cuales se mantuvieron en potreros con dominancia de gramíneas y con acceso esporádico a bancos de proteína de leucaena con un estrato bajo de gramíneas, de acuerdo a la rotación que los productores daban al hato. Los pastos presentaron tenores de proteína entre 7.02 a 9.53 % y una digestibilidad de 49 a 65% a lo largo del período de estudio.

Los tratamientos evaluados fueron dos: con y sin acceso a leucaena. La toma de datos se efectuó en cuatro períodos: finales de la época lluviosa (enero-febrero), época seca (marzo-abril), inicio de la época lluviosa (mayo) y época lluviosa (julio-agosto). El diseño utilizado fue de bloques con parcelas divididas en el tiempo, con cinco muestras (vacas) en cada período. Las fincas correspondieron a los bloques, el acceso o no acceso a leucaena estuvo al nivel de parcela y los períodos de medición fueron las sub-parcelas. Las variables analizadas en ANDEVA fueron: producción de pasto y leucaena, producción de leche por vaca y por hato, y la calidad de la leche.

Los resultados indicaron diferencia estadística para la disponibilidad de biomasa de gramíneas a favor del pasto en asocio (4037 vs. 1910 kg ha<sup>-1</sup>, para el pasto que creció en el banco y fuera de él, respectivamente). También se detectaron diferencias en el contenido de proteína del pasto debida a la presencia de leucaena, pero esta diferencia fue más evidente en la época seca e inicio de lluvias. También la digestibilidad del pasto asociado mostró una ventaja de 4.97 unidades por ciento comparado al pasto en monocultivo; y no se detectaron diferencias en el consumo total de alimento entre los dos sistemas. Adicionalmente, el acceso a los bancos de proteína de leucaena resultó en un incremento promedio de 121% en la carga animal sostenida por el sistema.

La producción de leche aumentó consistentemente cuando los animales tuvieron acceso al banco de proteína de leucaena, y los valores promedio fueron de 4.34 y 3.72 kg vaca<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, para animales con y sin acceso a leucaena, respectivamente. El mayor efecto benéfico del acceso a los bancos de proteína sobre la producción de leche por vaca ocurrió en pleno período de lluvias (+23.8%). Cuando se tomó la producción del hato total en las tres fincas ( 87 vacas en producción en promedio), hubo una ventaja de 17% a favor del acceso a los bancos de proteína, pero estas diferencias no fueron significativas (p = 0.05). La calidad de la leche evaluada en términos del contenido de grasa, proteína, sólidos totales y acidez, no se encontraron diferencias en los parámetros evaluados.

El análisis económico efectuado por medio de la tasa interna de retorno (TIR) reveló mayores valores para el sistema silvopastoril banco de proteína de leucaena en comparación a la pastura en monocultivo. El valor de TIR varió entre 17 y 21% en las diferentes fincas evaluadas.

## **SUMMARY**

The present investigation was carried out with the purpose of evaluating the effect of the daily access of dual purpose cows, managed under grazing, to *Leucaena leucocephala* protein banks on milk yield and quality. The study was carried out in three farms in El Chal, Petén (Guatemala), an area located between 16° 35' - 16° 46' North latitude and 89° 30' - 89° 45' West longitude, and ecologically is classified as the humid rainforest. The mean annual rainfall is 1796 mm year<sup>-1</sup>, mainly concentrated between May and December.

In each farm, five crossbred dual purpose cows were monitored. The cows grazed on pastures dominated by grasses, and according to the grazing rotation regime farmers had in their farms, animals had sporadic access to leucaena protein banks, with grass cover underneath. The CP content of varied between 7.02 to 9.53% and IVDMD between 49 and 65%, along the period covered by this study.

Two treatments were evaluated: with and without access to leucaena protein banks. Data were collected in four periods: end of the rainy season (January-February), mid-dry season (March-April), beginning of the rainy season (May) and mid-rainy season (July-August). A split-plot in time design with five cows (samples) in each period was used, in which farms corresponded to blocks, the treatments (access and no-access to protein banks) were the main plots, and the measurement periods as sub-plots. The variables analyzed using ANOVA were forage availability, and milk yield and quality parameters.

Results obtained showed higher grass biomass availability ( $p < 0.05$ ) was detected in pastures grown with leucaena than those grown alone (4037 vs. 1910 kg ha<sup>-1</sup>, respectively). Also, grass CP content was higher when pasture was grown with leucaena, and the difference was more evident in the mid-dry season and the beginning of the rainy season. The IVDMD value was in average higher in 4.97 units of percent in pastures grown with leucaena. No differences due to treatments were detected in total feed consumption, but the stocking rate was consistently higher in the system involving access to the leucaena protein banks (the increase was in average 121%).

Milk production per cow for those cows monitored individually consistently showed a difference in favor of the access to the protein bank. The average milk yield was 4.34 y 3.72 kg cow<sup>-1</sup> day<sup>-1</sup>, for those animals with and without access to leucaena protein banks, respectively. The highest response in milk production to access to leucaena occurred in the mid-rainy season (+23.8%). On the other hand, milk production per herd (in average 87 milking cows in the three farms) was in average 17.6% higher when cows had access to leucaena, but this difference was not statistically significant at  $p=0.05$ . Milk quality parameters were not affected by treatments.



The economic analysis revealed significant benefits due to access to the leucaena protein banks, and the Internal Rate of Return (TIR) varied between 17 and 21%, among the three farms where this study was carried out.

## 5.2 INTRODUCCIÓN

La leucaena (*Leucaena leucocephala*), una leguminosa nativa de América Central y México, ha sido reconocida como una excelente fuente de forraje (Hernández y Duquesne, 2001) y como mejoradora de la fertilidad del suelo (Simón *et al.*, 2005), debido a su habilidad para fijar nitrógeno del aire y para incorporar grandes cantidades de materia orgánica a la capa arable. Por sus características fisiológicas especiales, las leguminosas tienen también requerimientos nutricionales específicos, diferentes a las gramíneas. La leucaena tiene mayores requerimientos de calcio, fósforo y azufre que las gramíneas; además, hay requerimientos específicos de fósforo y molibdeno para estimular la nodulación (National Academy of Sciences, 1977).

Existen evidencias que leucaena es una planta con potencial forrajero de alta calidad. Por citar un ejemplo, Vargas y Elvira (1994) reportan un contenido de proteína cruda del 25%. Los mismos autores afirman que leucaena es una planta que crece naturalmente en el trópico guatemalteco, por lo que la consideraron como una planta de alto potencial forrajero para ser utilizada bajo corte; sin embargo hay otros trabajos que muestran que también funciona muy bien bajo ramoneo (Chandrasekaran 1982, Subhash y Kiran 1983).

Una de las principales limitantes de la producción bovina en las áreas subtropicales y tropicales como El Petén lo constituye la reducción en la producción de pastos y forrajes debido a la degradación de pasturas (Betancourt *et al.* 2007). Este efecto se hace más evidente durante el periodo seco, cuando puede llegar a rendir hasta un 15 a 25% de la cantidad producida en la época de lluvias (Gutiérrez, 1996); por ello, la incorporación en el sistema de leguminosas perennifolias y tolerantes a las sequías temporales, como la leucaena, es una estrategia válida para el mejoramiento de la dieta y por ende de la producción por vaca.

El propósito del presente estudio es aportar información acerca del potencial de leucaena - sembrada como banco de proteína y bajo el manejo del productor- como una opción para mejorar los niveles de producción de leche en vacas de doble propósito.

## **5.3 OBJETIVOS**

### **5.3.1 General**

Evaluar el impacto de bancos de proteína de leucaena sobre la producción y calidad de la leche de vacas de doble propósito, manejadas en potreros con dominancia de gramíneas en El Petén, Guatemala.

### **5.3.2 Específicos**

Evaluar la disponibilidad de biomasa y calidad nutritiva del forraje presente en los bancos de proteína de leucaena y en las pasturas utilizadas en la alimentación de vacas de doble propósito en la época seca y lluviosa.

Evaluar el efecto del ramoneo de leucaena disponible en bancos de proteína sobre la producción y calidad de leche de vacas de doble propósito y su impacto sobre la eficiencia económica del sistema medida a través de la tasa interna de retorno.

## **5.4 HIPÓTESIS DEL ESTUDIO**

- El acceso a bancos de proteína de leucaena resulta en un incremento en la producción de leche, debido a un mayor consumo de nutrientes.
- La suplementación con leucaena no afecta la composición de la leche de vacas en producción en ganado doble propósito.
- El beneficio económico en sistemas de doble propósito es mayor cuando los animales tienen la oportunidad de ramonear en bancos de proteína.

## 5.5 METODOLOGÍA

### 5.5.1 Localización y breve descripción del área de estudio

Este trabajo se realizó en la zona de El Chal (El Petén, Guatemala), ubicada entre los 89° 30' y 89° 45' de longitud Oeste y entre los 16° 35' y 16° 46' de latitud Norte. Esta cubre un área de 720 km<sup>2</sup>, y ecológicamente corresponde a la zona de vida bosque tropical húmedo. La precipitación anual promedio es de 1796 mm año<sup>-1</sup>, con menor precipitación entre enero y abril (CATIE/NORAD 2001). El trabajo de campo se desarrolló entre los meses de enero a agosto del año 2007. La temperatura promedio anual es de 26 °C y la humedad relativa es en promedio del 78%.

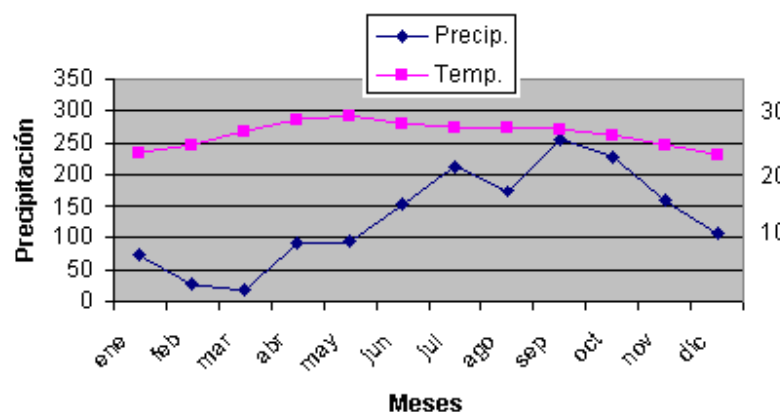


Figura 1. Medias históricas de precipitación y temperatura para Santa Elena, El Petén, Guatemala.

Fuente: INSIVUMEH.

En El Chal, las pasturas cubren el 65% del área y representan la principal fuente de alimentación para el ganado, pero más del 70% de ellas presentan niveles de degradación de moderada a muy severa (Betancourt *et al.* 2007), con los consecuentes impactos negativos sobre la producción de carne y leche (Betancourt 2006). Las actividades agrícolas con frecuencia están muy integradas a la ganadería, especialmente en el caso de los productores pequeños y medianos, pues a menudo la siembra de maíz y frijol se hace en rotación con pasturas, luego de una fase de barbecho (guamiles). En muchos casos el ganado se encuentra en una situación de sub-alimentación, especialmente durante el período seco, pues

prácticamente no se tienen estrategias de alimentación suplementaria o complementaria (p.e. conservación de forrajes) para los periodos de escasez de forrajes (CATIE/NORAD 2001).

### ***5.5.2 Manejo de las vacas***

Las vacas en producción pastoreaban durante casi todo el ciclo de pastoreo potreros con dominancia de gramíneas; sin embargo en algunos momentos del ciclo también tuvieron acceso esporádico a un banco de proteína de leucaena, el mismo que tenía una cobertura de gramíneas mejoradas como estrato bajo, por lo que cuando los animales ramoneaban la leucaena, también tenían oportunidad de consumir las plantas del estrato herbáceo. Las vacas ingresaban a los bancos de proteína después de ser ordeñadas, y permanecían en estos por tres a cinco horas durante el día; y posterior a esto los animales eran trasladados a un potrero con dominancia de gramíneas.

En cada ciclo de evaluación sólo se les dio seguimiento a cinco vacas en cada finca. Las vacas a las que se les hizo el seguimiento en producción de leche ingresaron al estudio en una etapa bastante temprana de la lactación, y permanecieron en él hasta cuando su producción de leche disminuyó significativamente por estar próximas al parto. En tal caso, fueron sustituidas por otras vacas en estadios más tempranos de lactancia, y que por tanto tenían un mayor potencial de respuesta a la mejora nutricional debida a la leucaena.

### ***5.5.3 Manejo de los potreros***

Los productores fueron los que tomaron decisiones sobre el manejo de los potreros, por tanto este fue diferente en cada finca. En una de ellas se tiene un orden establecido de rotación de tipo calendario permaneciendo siete días en cada potrero, mientras que en las otras dos fincas la rotación estuvo definida por decisiones del productor basadas en la observación visual de la disponibilidad de forraje en el potrero, tanto para el ingreso como la salida de los animales, de esta forma en dos fincas el periodo de ocupación de los potreros era de cinco a ocho días según la época, y en la tercera finca los animales permanecían de dos a tres días por potrero según la disponibilidad de pasto y el tamaño de los potreros (ver Anexo 2). En ninguna de las

fincas se practica fertilización, y en todas el control de malezas se hace combinando la chapea y el uso de herbicidas.

#### ***5.5.4 Determinación de la disponibilidad de biomasa de leucaena y gramíneas de cobertura en bancos de proteína y en potreros***

Para determinar el rendimiento de leucaena y de las gramíneas acompañantes se realizaron estimaciones de la biomasa disponible ( $\text{kg MS ha}^{-1}$ ) por medio de la técnica de doble muestreo (muestras visuales y reales) siguiendo el método del Rendimiento Comparativo (Haydock y Shaw, 1963). Estas mediciones se realizaron tanto en los potreros de gramíneas en que pastorearon las vacas cuando tuvieron o no acceso a los cultivos de leucaena, así como en los bancos de proteína propiamente dichos. En estos últimos se hicieron evaluaciones por separado de la disponibilidad de la leucaena como de las gramíneas que constituían el estrato herbáceo. En cada potrero evaluado se realizaron 60 observaciones visuales tomadas al azar, mientras que en los bancos de proteína se tomaron 60 muestras para las gramíneas de cobertura y 60 para la leucaena.

En el caso de las gramíneas, tanto las muestras visuales como las reales se hicieron con la ayuda de un marco metálico de  $0.50 \times 0.50 \text{ m}$  ( $0.25 \text{ m}^2$ ). En cambio las evaluaciones de la leucaena se hicieron tomando segmentos lineales de  $1.0 \text{ m}$  de longitud, los cuales fueron seleccionados al azar. La metodología utilizada para la leucaena fue una adaptación de la técnica de rendimiento comparativo con doble muestreo a las leñosas. Para la estimación de la disponibilidad de materia seca (MS) de leucaena se realizó el corte total de la biomasa comestible (foliolos y ramas verdes), tomando tres muestras destructivas por cada rango. Para la estimación del peso de la biomasa disponible tanto de gramíneas como de leucaena, se cortaron y pesaron por separado las muestras de cada rango para conocer el peso del forraje en verde; en seguida se preparó una muestra compuesta del material proveniente de los cinco rangos para la determinación de materia seca al horno.

Estas mediciones se hicieron el día anterior al ingreso de los animales al potrero o al banco de proteína, así como luego que los animales habían salido del potrero o banco, y de esa manera se estimó el consumo de forrajes por diferencia.

Dicha disponibilidad fue evaluada en las diferentes explotaciones en donde las especies presentes fueron diferentes de acuerdo a cada finca, de esta forma en la finca 1 (Sr. Alvaro Solares) se tenía estrella *Cynodon plectostachyus* como pasto en asocio a leucaena, y *Brachiaria brizantha* en los potreros y por tanto esta funcionó como pastura control; en la finca 2 (Sr. Juan Ramírez) se tenía *Brachiaria brizantha* como pasto en asocio y pastura natural en el grupo control ya que en esta finca las vacas al estar pastoreando fuera del banco solamente tuvieron acceso a pasturas naturales; en la finca 3 (Sr. Basilio Cardona) se tenía *Brachiaria brizantha* como pastura en asocio con la leucaena y la misma especie en el potrero donde se tomaron las muestras correspondientes al grupo control. Los potreros y el banco de proteína fueron pastoreados por todo el grupo de vacas en ordeño, en varias ocasiones acompañados de los terneros y toro, y los períodos de permanencia variaron, dependiendo de la disponibilidad de forraje. La razón de tomar estas fincas fue porque tenían los animales necesarios para la toma de muestras y cambiarlos en el momento oportuno, y la otra razón fue por estar estratégicamente localizadas en diferentes condiciones de paisaje en la zona piloto de El Chal.

#### ***5.5.5 Determinación de la calidad nutritiva de los pastos y leucaena***

Para la determinación de la calidad nutritiva de los pastos en los potreros de sólo gramíneas y de leucaena, así como de los pastos que crecieron como estrato bajo en los bancos de proteína, se tomaron muestras compuestas simulando pastoreo en el caso de las gramíneas, y de la biomasa reconocida como comestible en el caso de la leucaena. Estos muestreos se hicieron al mismo momento en que se determinó la disponibilidad de forrajes antes del ingreso de los animales. En las muestras de gramíneas y de leucaena se determinó el contenido de proteína cruda (PC) por el método de micro-Kjeldahl (Bateman, 1970) y la digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIVMS) por el método de Tilley y Terry (1963).

Por otro lado, para la estimación del consumo de leucaena y de pasto se utilizó la técnica de diferencia entre disponibilidad del forraje en oferta cuando ingresaban los animales y el residual luego de la salida de los mismos. Como el consumo se expresó como kg MS animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>, la diferencia entre las disponibilidades antes del ingreso de los animales y después de la salida de los mismos, se dividió entre el producto del número de animales por los días de ocupación. Esta técnica se aplicó tanto en los bancos, usando las disponibilidades de pasto y de leucaena, como en los potreros donde sólo había pasto. Para la estimación del consumo total de forraje cuando los animales tuvieron acceso al banco, se sumaron los consumos estimados leucaena y de pasto, éste último tanto en el banco, como en el potrero utilizado aquellos días en que las vacas tuvieron acceso al banco de leucaena.

### ***5.5.6 Estimación de la carga animal***

Se establecieron registros de pastoreo que incluyeron el número de animales por cada categoría, el largo del período de ocupación y descanso, así como el área de los potreros evaluados y del banco de proteína, para con base en ellos estimar la carga animal (unidades animal ha<sup>-1</sup>) sostenida por dichas áreas, durante cada ciclo de uso. Para esto se tomaron en cuenta los días de pastoreo, el número de animales por categoría que ingresaron al potrero o al banco<sup>2</sup>, las horas por día de permanencia de los animales en el banco de proteína<sup>3</sup> (un animal se pasa consumiendo en promedio diez horas diarias), extensión del potrero y largo del período de descanso (en días). El total de horas de pastoreo por ciclo en el banco se obtuvo multiplicando los días de pastoreo por las horas día<sup>-1</sup> en el banco. El número de unidades animal (UA) sostenidas por hectárea se calculó dividiendo las UA totales dentro de la extensión del potrero a evaluar, y finalmente se dividieron las unidades animal por hectárea dentro de los días en que tarda el lote en retornar al potrero que se está evaluando. En el Cuadro 1 se presenta un ejemplo de cómo se hicieron estas estimaciones.

---

<sup>2</sup> Para expresar la carga en unidades animal (UA) se hizo la transformación usando la siguiente escala: vaca = 1.0 UA; toro = 1.25 UA; vientre bovino en edad reproductiva: 1.0 UA; novilla: 0.75 UA; ternero destetado: 0.60 UA

<sup>3</sup> Se consideró que un animal dedica un máximo de 10 horas a comer



*Cuadro 1. Ejemplo para cálculo de la carga animal*

(a) días en pastoreo	3	b) horas pastoreo= 30.00 resultado de: a * c
(c) horas pastoreo en el potrero	10	d) días unidad animal total=138.00 resultado de: e(b/g)
( e ) unidades animal	46	f) días unidad animal por ha= 36.51 resultado de: d/h
(g) horas consumo animal por día	10	carga animal en el sistema de pastoreo <b>1.22</b> resultado de: f/i
(h) extensión del potrero (ha)	3.78	
(i) días retorno	30	

### **5.5.7 Determinación de la producción de leche**

Para la estimación del efecto del acceso a los bancos de proteína sobre la producción leche por vaca ( $\text{kg día}^{-1}$ ), en cada finca se seleccionaron cinco vacas y se les dio seguimiento a éstas cuando ingresaban a los bancos de proteína y a un potrero con dominancia de gramíneas que era utilizado al mismo tiempo que los bancos de proteína. Como control se utilizó la producción de leche obtenida cuando las vacas pastoreaban potreros con dominancia de gramíneas. Estas últimas se midieron en potreros usados inmediatamente antes o después del ingreso a los bancos. Adicionalmente se tomaron simultáneamente los registros diarios de producción total de leche por hato y el número de vacas en ordeño durante los días que los animales tuvieron acceso al banco y cuando sólo pastorearon en potreros con dominancia de gramíneas. La toma de datos se realizó después de que los animales permanecieron el 50% del periodo de ocupación dentro de los bancos de leucaena de forma que los primeros días sirvieron como un periodo de adaptación a la nueva dieta. Cuando el periodo de ocupación fue mayor de cuatro días se tomaron dos muestras y luego se estimó el valor promedio.

### ***5.5.8 Determinación de calidad de leche***

Al momento de tomar el registro de producción láctea por animal, se homogenizó la leche ordeñada de cada vaca y se tomó una muestra de 200 cc para análisis de calidad de leche. Dicha muestra fue llevada al laboratorio en la siguiente hora a la toma de las muestras para la determinación de la concentración de proteína, sólidos totales, grasa y acidez. Esta determinación se hizo en el laboratorio de la Cooperativa PETENLAC, utilizando un analizador automático Milkscan<sup>4</sup>.

### ***5.5.9 Análisis económico del impacto del acceso a los bancos de proteína sobre la producción de leche***

Para evaluar el impacto de los bancos de proteína en la productividad se realizaron estudios de caso con productores con el sistema de banco de leucaena, en las tres fincas se estimaron los ingresos y egresos desde el establecimiento hasta el uso de los bancos bajo estudio mediante un monitoreo de las actividades en los cultivos de leucaena y la producción de leche. Estas evaluaciones se realizaron en cada finca considerando la diferencia económica entre producir cuando se tiene acceso al banco de leucaena comparado al sistema de sólo pastos sin acceso al banco. Esto se hizo con la finalidad de construir una estructura de costos usando la metodología de relación beneficio/costo, considerando aquellos cambios en costos y retornos que resultaron directamente de la utilización de los bancos de leucaena (Brown 1981; Soedjana *et al.* 2002); y de esa manera se evaluó la rentabilidad con y sin proyecto (bancos de proteína de leucaena). En cada finca se estimaron los costos de establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento del banco, así como el ingreso neto adicional con la incorporación del sistema silvopastoril en mención. Para propósitos de análisis se asumió una vida productiva del banco de 12 años (Bentes *et al.* 2005), y se consideró que el primer año no se tiene producción en el banco de leucaena por estar en periodo de establecimiento el sistema silvopastoril. Para estimar los ingresos se consideró la venta de leche y la venta de animales, por tratarse de sistemas de producción bovina de doble propósito.

---

<sup>4</sup> MILKANA® KAM 98-2A

### 5.5.10 Análisis estadístico de la información

Para evaluar el efecto de los tratamientos sobre la disponibilidad de biomasa tanto en los bancos como en las pasturas asociadas y pasturas en monocultivo, así como la calidad nutritiva se utilizó un diseño estadístico de parcelas divididas en el tiempo, con dos tratamientos (con y sin acceso al banco de proteína) al nivel de parcela principal, y cuatro épocas de muestreo (transición de época lluviosa y época seca, época seca, inicio de lluvias y época lluviosa) como sub-parcelas. Para el análisis, cada una de las tres fincas donde se condujo el ensayo se consideró como bloques.

El modelo lineal utilizado para evaluar la disponibilidad de forraje y la calidad de la biomasa, incluyendo el consumo de forrajes, fue el siguiente:

$$Z_{ijk} = \mu + F_i + T_j + \alpha_{ij} + M_k + MT_{jk} + e_{ijk}$$

Donde:

$Z_{ijk}$  = Disponibilidad de pasto, consumo de pasto, contenido de proteína o digestibilidad

$\mu$  = media general

$F_i$  = efecto de la  $i$ -ésima finca

$T_j$  = efecto del  $j$ -ésimo tratamiento

$\alpha_{ij}$  = error asociado a las parcelas grandes

$M_k$  = efecto del  $k$ -ésimo ciclo de pastoreo

$MT_{jk}$  = efecto de la interacción del  $j$ -ésimo tratamiento x el  $k$ -ésimo ciclo de pastoreo

$e_{ijk}$  = error asociado a las sub-parcelas

Para el análisis de producción de leche se utilizó un modelo similar al anterior, excepto que como se hicieron mediciones individuales en cinco vacas, éstas generaron un error muestral, de manera que el modelo lineal fue:

$$Z_{ijk} = \mu + F_i + T_j + \alpha_{ij} + M_k + MT_{jk} + e_{ijk} + \beta_{ijkl}$$

Donde:

$Z_{ijk}$  = Producción de leche por vaca

$\mu$  = media general

$F_i$  = efecto de la  $i$ -ésima finca

$T_j$  = efecto del  $j$ -ésimo tratamiento

$\alpha_{ij}$  = error asociado las parcelas grandes

$M_k$  = efecto del  $k$ -ésimo ciclo de pastoreo

$MT_{jk}$  = efecto de la interacción del  $j$ -ésimo tratamiento x el  $k$ -ésimo ciclo de pastoreo

$e_{ijk}$  = error asociado a las sub-parcelas

$\beta_{ijkl}$  = error muestral asociado con la individualidad de las vacas

## **5.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### ***5.6.1 Disponibilidad de biomasa de leucaena y gramíneas de cobertura en bancos de proteína y en potreros de pasturas en monocultivo***

La disponibilidad de materia seca del pasto cuando estuvo en asocio con leucaena como promedio en las diferentes épocas de muestreo fue algo más del doble (+111% de ventaja) que la observada en las pasturas en monocultivo (Figura 2). Estas diferencias en productividad de pastos están dentro de los márgenes encontrados en otros estudios como los realizados por Bolívar *et al.* (1999).

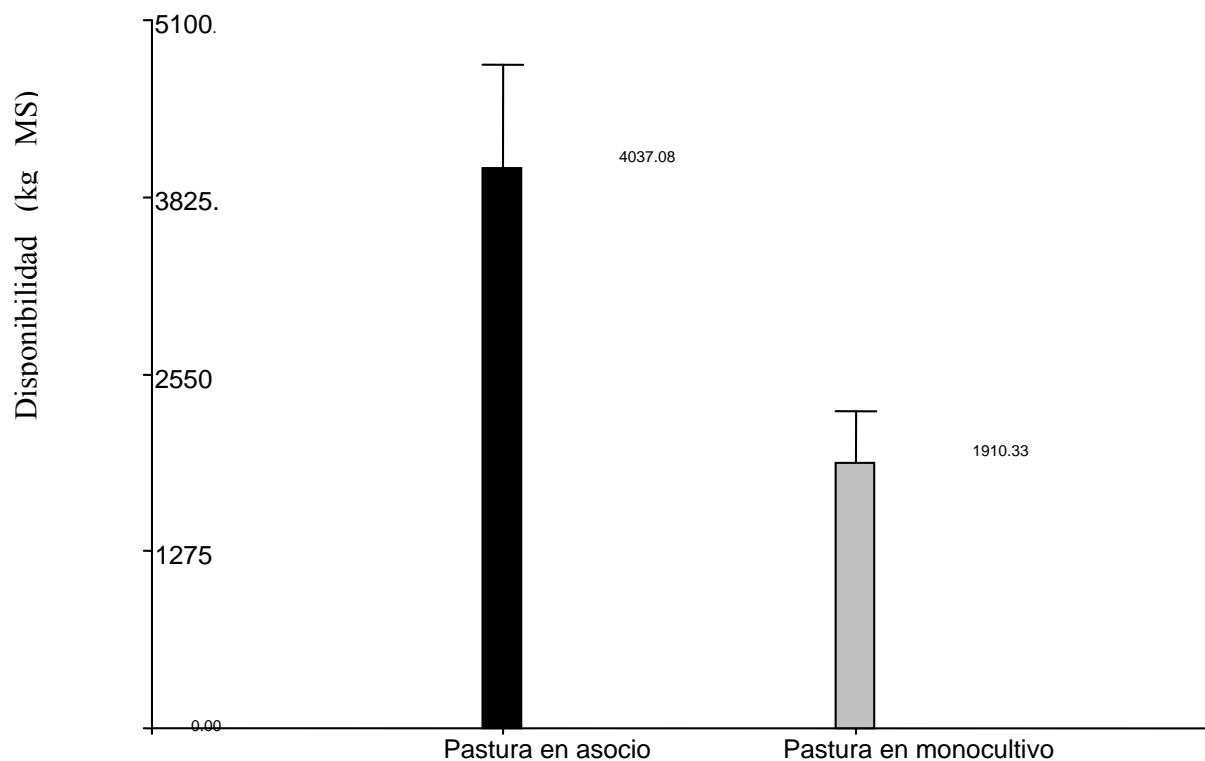


Figura 2. Disponibilidad promedio de biomasa seca por hectárea en potreros con gramíneas en monocultivo y en asocio con leucaena en los bancos de proteína

Aún cuando es conocido el efecto de las leguminosas para transferir nitrógeno a las gramíneas acompañantes, y eso tiene un efecto favorable sobre el crecimiento de las mismas (González *et al.* 1995), las diferencias entre asocio y monocultivo en el caso del presente estudio puede estar influenciado también por el tipo de especies de gramíneas encontradas en el banco de proteína de leucaena y aquellas que estaban en monocultivo; así, en la finca 1 (Álvaro Solares) la gramínea en asocio fue el pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) y la pastura en monocultivo *Brachiaria brizantha*; en la finca 2 (Juan Ramírez) la gramínea en asocio fue *Brachiaria brizantha* y las pastura en monocultivo fue pastura natural; en la finca 3 (Basilio Cardona) la gramínea en asocio fue *Brachiaria brizantha* y la pastura en monocultivo fue también *Brachiaria brizantha*, pero en un estado de degradación de moderado a severo (para detalles sobre manejo de las pasturas en cada finca ver Anexo 2).

Si bien la superioridad del asocio se mantuvo en todas las evaluaciones, la mayor diferencia se encontró al inicio de la época lluviosa (Figura 3), lo cual puede deberse a la mayor tasa de mineralización de la materia orgánica del mantillo que ocurre cuando se inician las lluvias (Bertsch 1995). Esto hace que el nivel de transferencia del nitrógeno fijado por las leguminosas sea mayor en ese período, además el material senescente de las leguminosas es más rico en nutrientes que el de las gramíneas; y todo eso resulta en una mayor disponibilidad de la gramínea y de la biomasa total debido al aporte de las leguminosas (González *et al.* 1995). Otras razones que influyen en la variabilidad de la disponibilidad de una forrajera incluyen la edad de la planta, la densidad de la plantación y la intensidad del pastoreo (Gutiérrez 1996).

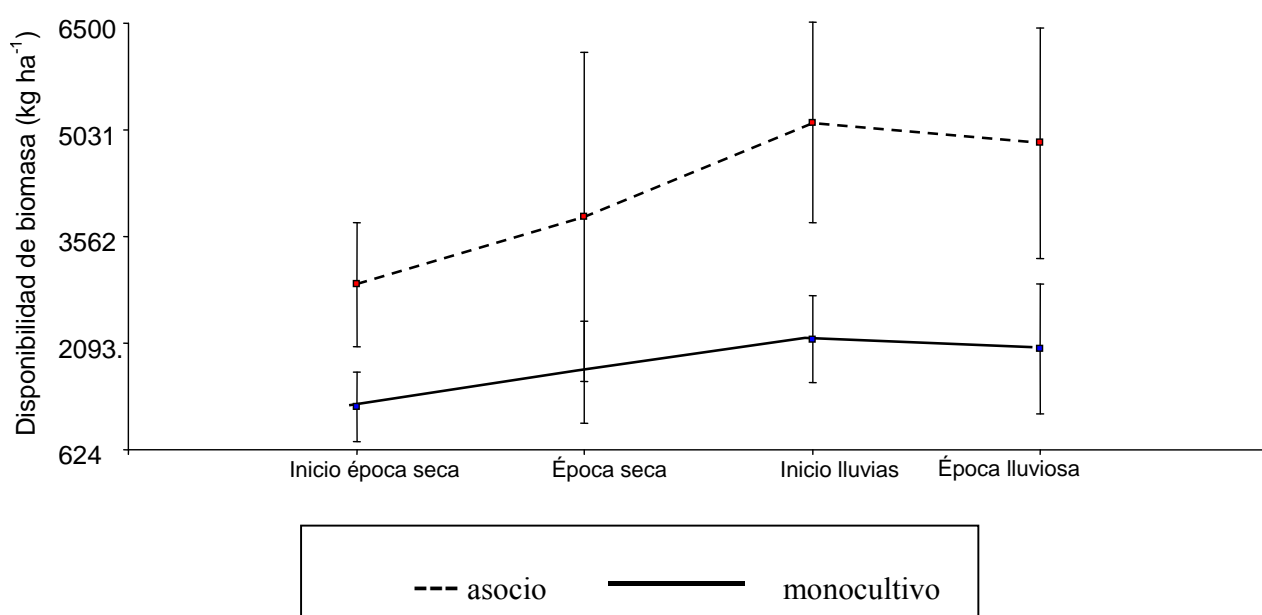


Figura 3. Disponibilidad de biomasa seca por hectárea en potreros con pasturas en monocultivo y en asocio a leucaena, en función de la época del año

Respecto a la disponibilidad de leucaena, en el presente estudio se encontraron valores promedio de  $3961 \pm 5793$  kg ha<sup>-1</sup> por ciclo de pastoreo, encontrando los mayores valores de disponibilidad en la época lluviosa (Figura 4). Este rendimiento se obtuvo bajo unas densidades de plantas que variaron entre 10,000 y 20,000 plantas hectárea<sup>-1</sup>, correspondiendo las mayores densidades a aquellas fincas donde se sembró la leucaena en doble surco.

Sin embargo, cabe anotar que la variabilidad tan alta observada en la disponibilidad de leucaena no es producto de las diferencias en densidad de plantas, sino debida a que uno de los productores decidió no podar la leucaena y minimizar el periodo de uso del banco por un período de dos meses para asegurar la producción de semilla. Los promedios de disponibilidad de leucaena encontrados en los bancos de proteína en el presente estudio son similares a los encontrados por otros autores (Bray 1982, Koth *et al.* 1991). También en la literatura se encuentra mucha variabilidad en el rendimiento de forraje comestible de leucaena (Shelton y Brewbaker 1995, Schifino *et al.* 1999, Pizarro y Nuno 1983); así mientras hay producciones de 3.3 ton ha<sup>-1</sup> ciclo de pastoreo<sup>-1</sup> (Banful *et al.* 2000; Simón *et al.*, 2005), también hay rendimientos de apenas 4-5 ton MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Seiffert 1983) y otros tan altos como 10.3 a 18.9 ton ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Martinez *et al.* 1990).

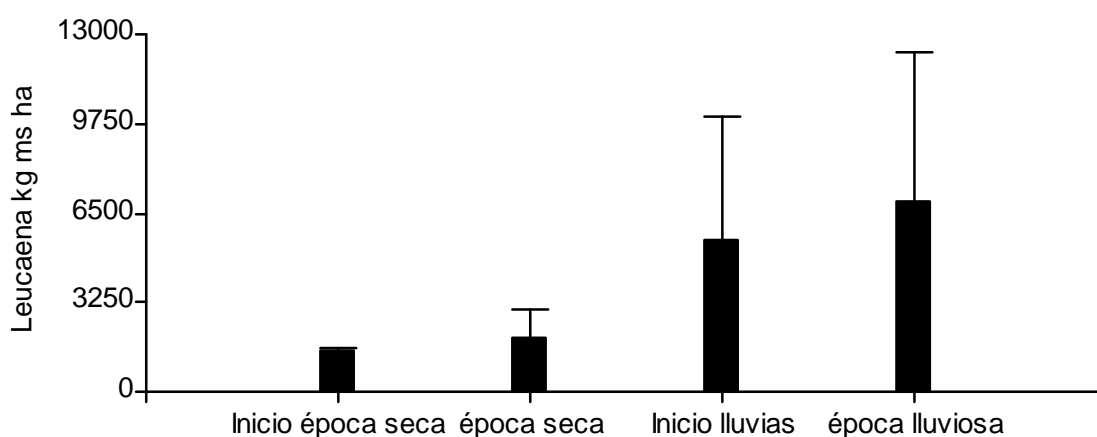


Figura 4. Disponibilidad de biomasa en materia seca de leucaena por hectárea en diferentes épocas del año

También se encontraron diferencias entre fincas (Figura 5), detectándose mayor rendimiento en la Finca 1, la cual era una de las dos fincas que tiene el sistema de doble surco, el cual resulta en un aumento importante en la densidad de las plantas, lo cual influye en el rendimiento (Pathak y Patil 1980, García *et al.* 1996). Además, en la finca donde se encontró la mayor disponibilidad de leucaena, esta tiene mayor tiempo de establecida (Pathak y Patil 1980, Das y Dalvi 1981) y se maneja con un periodo de descanso más largo, brindándole a la

planta mayor oportunidad para recuperarse del ramoneo (García *et al.* 1996). Así mismo hay otros factores que pueden haber influido en las diferencias en disponibilidad, tales como la fertilidad y la alcalinidad de los suelos (Brewbaker 1997), la altura de aprovechamiento de las plantas (Das y Dalvi 1981). También influyen sobre la disponibilidad el manejo agronómico (Palma *et al.* 1999, García *et al.* 1996), y la adaptación del germoplasma a condiciones ambientales limitantes, así hay algunas variedades que son más apropiadas para ciertas condiciones edafoclimáticas y esas propiedades se expresan en el rendimiento (Pound y Martínez 1985).

La variación en la precipitación a lo largo del año, así como en la luminosidad y temperatura, ha tenido alta influencia en los rendimientos (Shelton y Brewbaker 1995; Palma *et al.* 1999, Mármol y Morillo 1997) y eso se refleja como la influencia de la época del año sobre la disponibilidad.

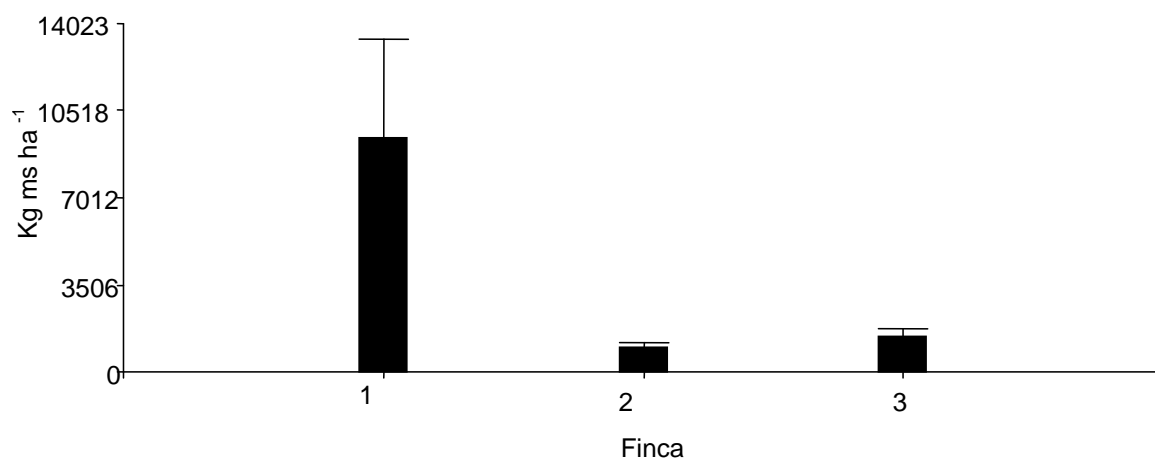


Figura 5. Variaciones entre fincas en la disponibilidad de biomasa comestible de leucaena (kg ha<sup>-1</sup> pastoreo<sup>-1</sup>)



## 5.6.2 Evaluación de la calidad nutritiva de los forrajes utilizados: proteína y digestibilidad

### 5.6.2.1 Contenido de proteína cruda en leucaena

Los contenidos de PC en la leucaena variaron entre 25.0 y 26.9% en el transcurso de los cuatro diferentes muestreos, sin detectarse diferencias entre épocas de muestreo (Figura 6), ni debidas a las otras fuentes de variación (por ejemplo fincas). Si bien estos niveles tienen importancia en el aporte proteínico a la dieta en vacas en producción, hay que recordar que la leucaena tiene otras limitaciones de nutrientes, como es el caso del sodio y yodo, los cuales tienden a ser considerablemente bajos en la especie (Manidool 1982). El contenido de proteína encontrado ofrece un potencial como medio para hacer disponible la proteína de alta calidad para el animal (Saucedo *et al.* 1980), a tal punto que es factible disminuir o eliminar el uso de concentrados (Flores 1979). Esto tiene mucha importancia en la nutrición de ganado doble propósito por el bajo nivel de proteína de las gramíneas, principalmente durante el período seco, siendo con frecuencia este el principal factor que limita el comportamiento de la producción láctea (Mapoon 1980).

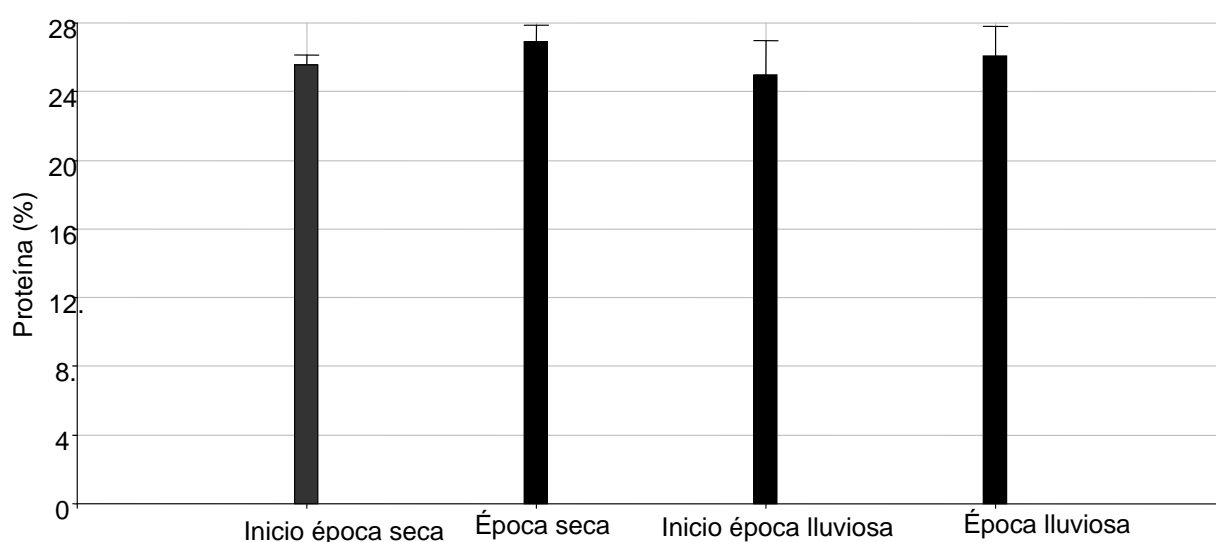


Figura 6. Contenido de Proteína Cruda (%) en Leucaena en diferentes épocas

Es frecuente encontrar en leucaena valores proteicos inferiores (Cáceres y Santana 1990, González y Cáceres 2002, Wahyuni *et al.*1982, Suárez *et al.*1994) a los encontrados en este estudio, y entre las posibles causas de esas diferencias destacan: la variedad (Manidool 1982, Pound y Martínez 1982), la edad de la planta (Hulman *et al.* 1978); así como la combinación de factores genéticos de la planta y las condiciones ambientales en que se maneja la especie (Mármol y Morillo 1997).

También es importante citar que no se encontraron evidencias de problemas de intoxicación por mimosina en los animales alimentados con leucaena durante la duración del presente estudio, al menos considerando síntomas característicos como puede ser la caída del pelo mayormente en la base de la cola y salivación excesiva (Meulen *et al.* 1979; Jones y Megarrity, 1983). Varios factores pueden haber incidido en esto, una es que en el rumen de los animales alimentados con leucaena está bien desarrollado por tratarse de vacas adultas, y además es posible que haya presencia de bacterias capaces de metabolizar la mimosina, como es el caso de *Synergistes jonesii* (Shelton y Jones 1994). En contraste en el estudio de Jiménez (2007) se detectaron problemas de menor ganancia de peso atribuibles a la toxicidad de mimosina, pero él trabajó con terneros lactantes. Otra posibilidad es que la variedad utilizada tenga baja concentración de mimosina (Bray 1994), o que las condiciones de crecimiento no hayan favorecido la acumulación de mimosina. Por otro lado, la presencia de niveles bajos de mimosina puede hacer a las plantas de leucaena más susceptibles al ataque por psílicos (Bray 1994; Shelton y Jones 1994). Si bien durante el ensayo no se observaron estos problemas, si se presentó en una de las fincas, antes del inicio del ensayo. En este tema sólo se puede especular, porque en el estudio no se incluyó la determinación de mimosina en el follaje de leucaena.

#### **5.6.2.2 Contenido de proteína cruda del pasto**

Al comparar el contenido de proteína del pasto que crece sólo y en asocio, se encontraron diferencias estadísticas a favor del pasto en asocio, siendo mayor la diferencia en los períodos seco y el inicio de las lluvias (Figura 7). Al menos las diferencias observadas en el período seco pueden atribuirse a una mejor retención de humedad en el suelo en los bancos de proteína (Aparicio *et al.*2007). Mientras que la respuesta observada con el inicio de las lluvias puede

haber estado influido por la mineralización del mantillo acumulado durante el período seco (Simón *et al*, 2005, Bertsch 1995). También pueden haber favorecido el incremento del PC en las gramíneas que crecieron en asocio con la leucaena, la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico a través del *Rhizobium* y el reciclamiento de nutrientes de la arbórea a través de la biomasa subterránea que se descompone (Gutiérrez 1996). Estos procesos tienden a ser más acelerados al iniciarse las lluvias. Se ha señalado que los valores de ésta fijación simbiótica del nitrógeno en leucaena puede llegar hasta 300 kg de N ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y el mayor reciclaje de nutrientes es debido al efecto de los árboles en la actividad biológica del suelo. Este efecto positivo sobre el contenido de PC de las gramíneas también ha sido evidente en otros asocio con leguminosas herbáceas (González *et al*. 1995).

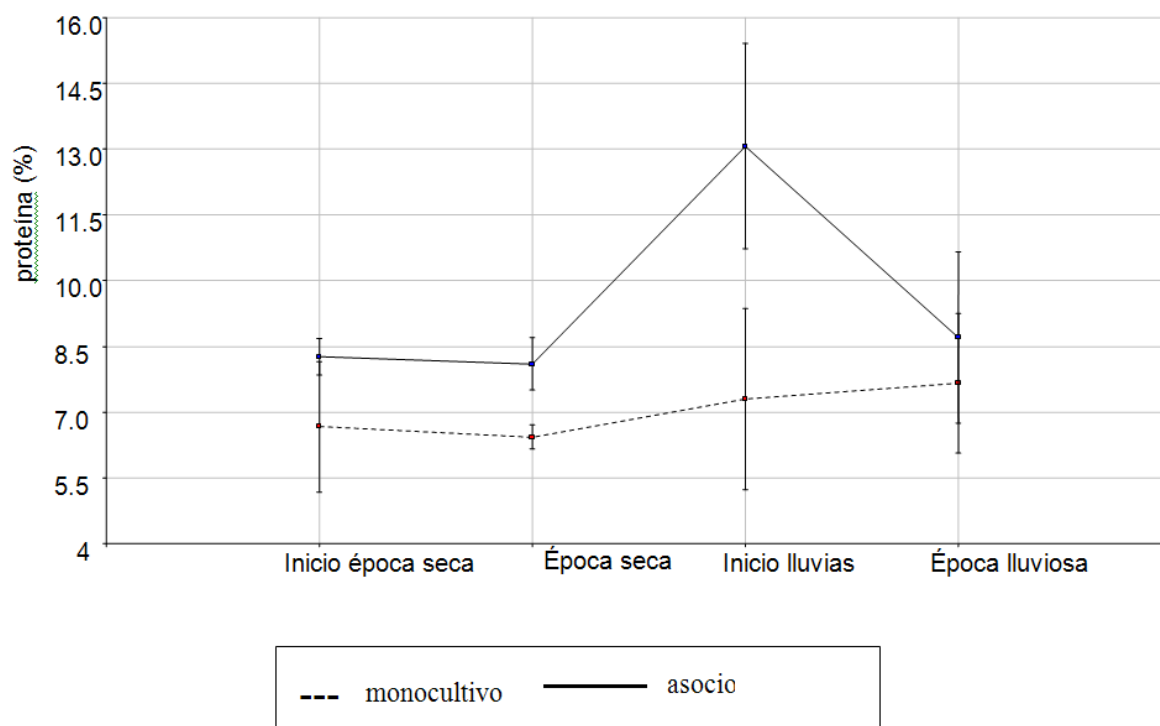


Figura 7. Contenido de Proteína Cruda (%) del pasto en monocultivo y asociado a leucaena

### 5.6.2.3 Digestibilidad de la leucaena

Se encontró diferencias en la digestibilidad de leucaena únicamente cuando se compararon los valores obtenidos al inicio de la época seca y el inicio de la época lluviosa (Figura 8), y los valores encontrados difirieron hasta en 7.3 unidades en por ciento. Los valores de

digestibilidad encontrados en la leucaena que variaron entre 56 y 63% son superiores a los obtenidos en otros estudios de digestibilidad como el realizado por Wahyuni *et al.* (1982) quienes encontraron valores de digestibilidad de 50%; sin embargo están acordes a los estudios hechos por Flores (1979) y Yerena (1978) quienes encontraron valores de digestibilidad del 63% y 59.7%, respectivamente. Bray *et al.* (1984) dicen que la leucaena tiene mayor digestibilidad que otros arbustos, y en una recopilación hecha por Norton *et al.* (1994) los valores de digestibilidad variaron entre 45.8 y 65.0 %. Esta variabilidad encontrada puede estar influenciada por varias causas, la porción de la planta analizada (Cáceres y Santana 1990), la cual en el presente estudio correspondió a lo definido como biomasa comestible, la edad de la planta (Hulman *et al.* 1978), y la presencia de taninos (Lascano *et al.* 1994), entre otros.

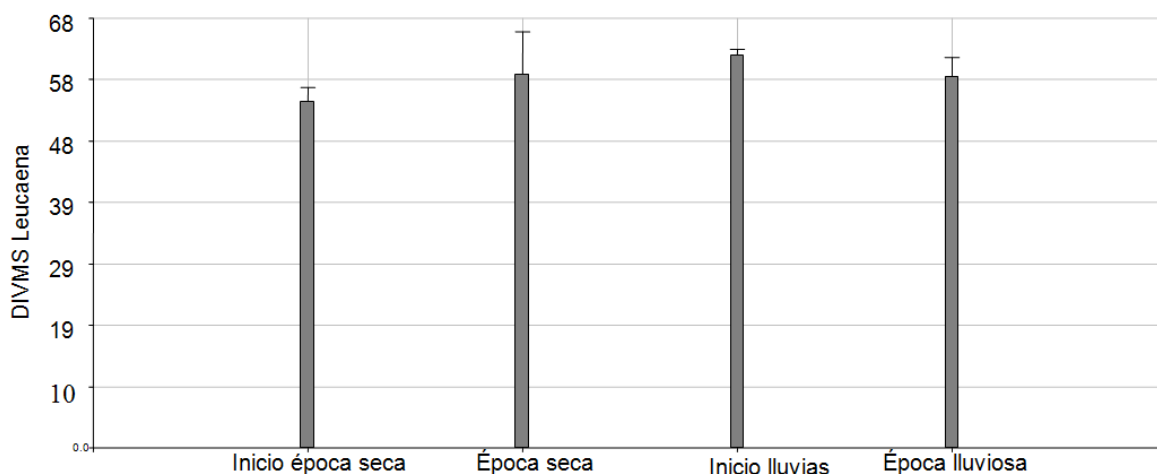


Figura 8. Digestibilidad In Vitro de la materia seca (%) en leucaena en diferentes épocas

#### 5.6.2.4 Digestibilidad del pasto

Si bien la diferencia promedio en digestibilidad del pasto que creció como estrato inferior en los bancos de leucaena fue mayor en 4.97 unidades en por ciento al presente en las pasturas en monocultivo, el único período en que se detectaron diferencias significativas fue durante el período seco, en que la digestibilidad del pasto presente en el banco de leucaena fue superior que la pastura en monocultivo en 18.1 unidades en por ciento (Figura 9). La explicación más lógica a estas diferencias es que en los bancos de proteína hay una mejor retención de humedad, por tanto el pasto se mantiene verde y en crecimiento activo, mientras que los del

potreros sufren del estrés de humedad propio del período seco (Aparicio *et al.* 2007). Además las mejoras en fertilidad del suelo debidas a un mayor reciclaje de nutrientes (Gutteridge 1998) también favorece el crecimiento activo.

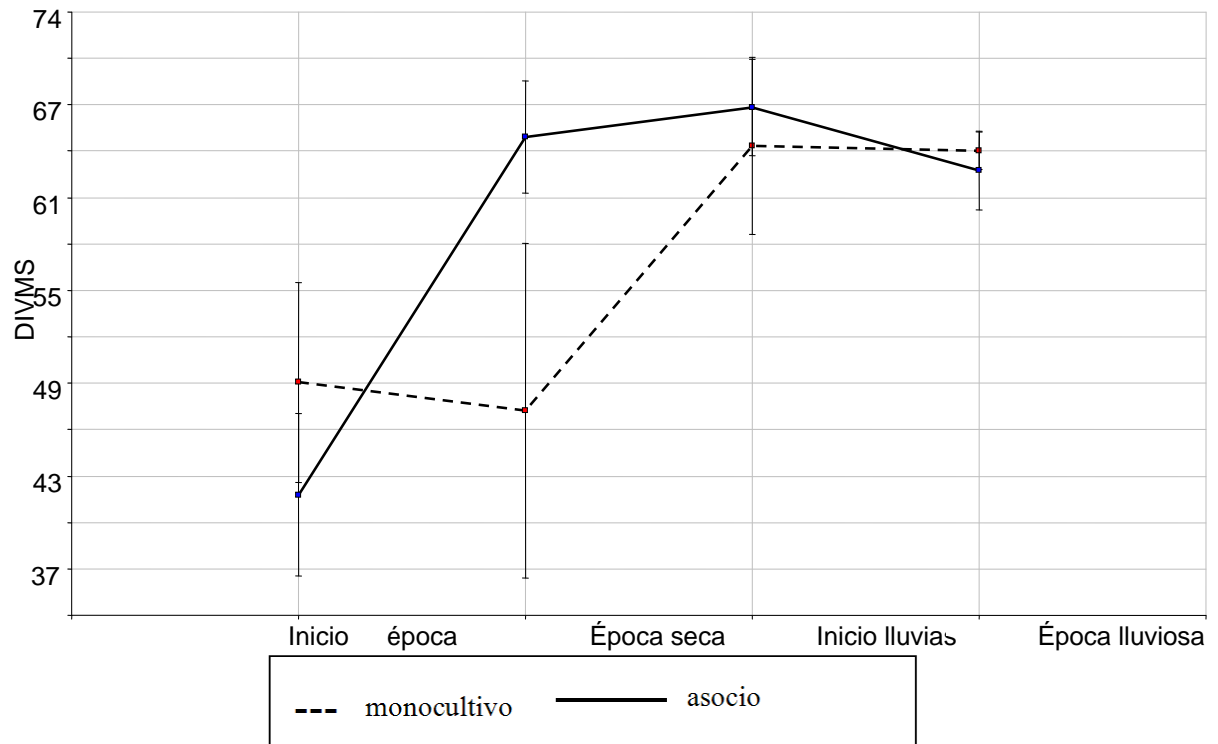


Figura 9. Digestibilidad In Vitro de la materia seca (%) del pasto en monocultivo y asociado a leucaena

### 5.6.3 Consumo de alimento

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en el consumo total de alimento; sin embargo, se observó un comportamiento diferente entre estaciones (Figura 10). En todos los periodos, excepto en el de lluvias, hubo un efecto aditivo del consumo de leucaena sobre el consumo total de alimento; y en todos los casos el consumo de leucaena fue menor que el del pasto. La contribución de la leucaena al consumo de materia seca total fue mayor a inicios y mitad del período seco. Esto tuvo también implicaciones en promover un mayor consumo del pasto, pues el nitrógeno aportado por la leucaena debe haber favorecido un mejor funcionamiento del rumen y consecuentemente una mejoría en el aprovechamiento

de la gramínea, en un período que regularmente ésta tiene un nivel de PC que limita la actividad ruminal (Ibrahim *et al.* 2001).

El consumo de alimento puede estar directamente influenciado por las propiedades del pasto en asocio comparado a la calidad del pasto que crece en monocultivo (Balogun y Otchere, 1995). El hecho que la disponibilidad de pastos que crecían bajo la leucaena dentro del banco fuera mayor, debe haber permitido una mayor selectividad (Mero y Uden 1990). Adicionalmente, esos animales tuvieron oportunidad de consumir gramíneas en los potreros a los que tenían acceso luego de salir del banco de proteína.

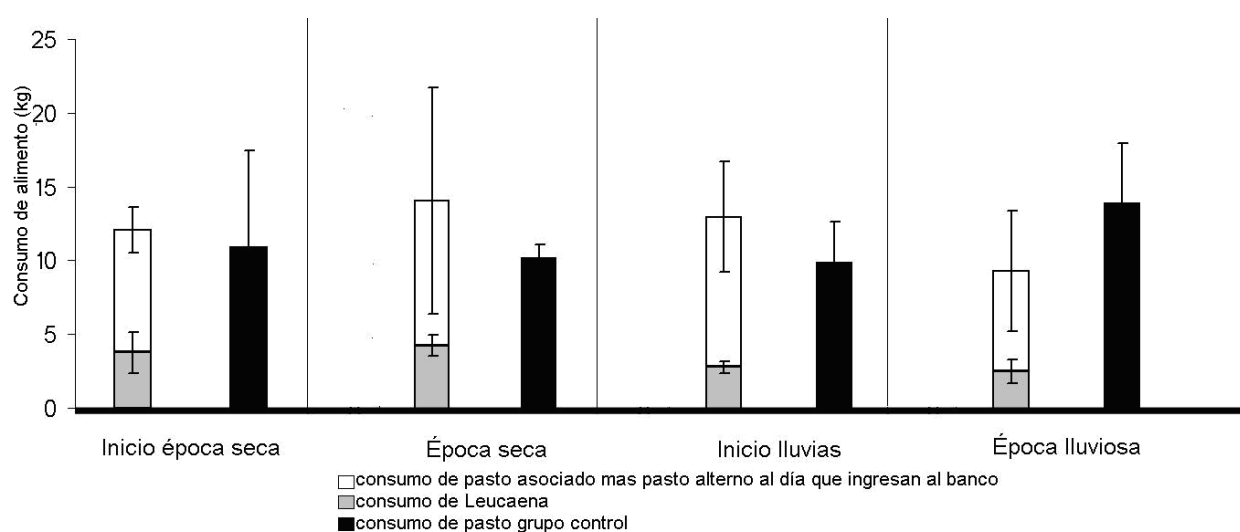


Figura 10. Consumo promedio diario de forrajes ( $\text{kg MS animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) en función de la época del año, el tipo de alimento consumido y el acceso o no a los bancos de leucaena

En ganado estabulado se han encontrado consumos de leucaena que varían entre 2.0 y 2.8 % de peso vivo  $\text{animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$  (Alvarez y Preston 1976; Tudsri *et al.* 2001). Estudios en otras arbóreas demuestran que al disminuir el porcentaje de proteína cruda en la dieta puede inhibirse la digestión de la fibra, disminuyendo la digestión de la materia orgánica (Coleman y Frahm 1987), y por ende se reduce el consumo.

#### ***5.6.4 Estimación de la carga animal***

El incremento en la carga animal constituyó uno de los aportes de mayor impacto del acceso a los bancos de proteína. En todos los casos, excepto al inicio de lluvias y en la mitad del periodo de lluvias en la Finca 1, el sistema silvopastoril con acceso al banco de leucaena y pasto mostró una capacidad de carga superior al sistema de alimentación sólo pasto (Cuadro 2), y los porcentajes de ventaja en la carga variaron entre 19.4 y 294.1 % respectivamente. Hay antecedentes en la literatura (Moog, 1982) que señalan que un sistema silvopastoril de este tipo puede duplicar la capacidad de carga. El incremento promedio en este estudio fue más del doble ( $163.8 \pm 117.1$  %). Esto refleja la importancia de los sistemas silvopastoriles como una estrategia para intensificar la productividad en el sistema pecuario en El Petén, tal como lo sugirió Colón (2005). Esto tiene mayor relevancia si se tiene en cuenta que leucaena es una especie nativa de la región donde se efectuó el estudio (Pound y Martínez 1985; CATIE 1991).

Los valores de carga animal obtenidos mediante la incorporación de bancos de proteína basados en leucaena (Cuadro 2), son bastante superiores a los valores de carga animal sugeridos por Gutiérrez (1996) para pasturas en El Petén, como es de 0.35 a 1.0 unidades animal ha<sup>-1</sup> en pastos nativos con producciones en ganado doble propósito de 1.2 a 2.3 litros animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup> y cargas de 0.5 a 1.35 unidades animal ha<sup>-1</sup> con pasturas mejoradas, produciendo 1.5 a 2.5 litros animal<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>.

*Cuadro 2. Carga animal para cada sistema de pastoreo: con leucaena en asocio y pasto sin leucaena*

Finca	Fase	Carga animal promedio (unidades animal ha <sup>-1</sup> ) *		Diferencia (%)
		Pasto en Asocio con leucaena	Pasto en monocultivo	
1	Inicio época seca	2.00	1.22	+ 63.9
2	Inicio época seca	1.43	0.37	+ 286.5
3	Inicio época seca	1.45	0.58	+ 150.0
1	Época seca	1.48	1.24	+ 19.4
2	Época seca	1.34	0.34	+ 294.1
3	Época seca	1.29	0.75	+ 72.0
1	Inicio lluvias	0.82	1.49	- 45.0
2	Inicio lluvias	1.52	0.61	+ 149.2
3	Inicio lluvias	1.43	0.83	+ 72.3
1	Época lluviosa	0.82	1.49	- 45.0
2	Época lluviosa	1.70	0.68	+ 150.0
3	Época lluviosa	2.38	0.62	+ 283.9

\* 1 unidad animal = 454 kg

### **5.6.5 Producción de leche**

La producción de leche por vaca fue consistentemente superior cuando las vacas tuvieron acceso a los bancos de proteína de leucaena (Figura 11), pero las diferencias fueron más evidentes al inicio y la mitad del período seco (17.5% y 23.8% respectivamente), cuando hay una contribución mayor de la leucaena al consumo total de forrajes y por ende un mayor efecto benéfico en la ingesta de proteína y energía. Algunos investigadores también han observado efectos positivos del consumo de leucaena sobre la producción de leche (Flores, 1979; Saucedo *et al.*, 1980; Maasdorp y Dzowela, 1998; Tudsri *et al.* 1998; Lamela *et al.*,



1999); pero otros (García *et al.*, 1994; Álvarez y Preston, 1976) no detectaron dichos efectos. La suplementación con otro tipo de leguminosas arbóreas también puede producir mayor cantidad de leche al compararse con vacas alimentadas sólo con pasto (Alagón 1990).

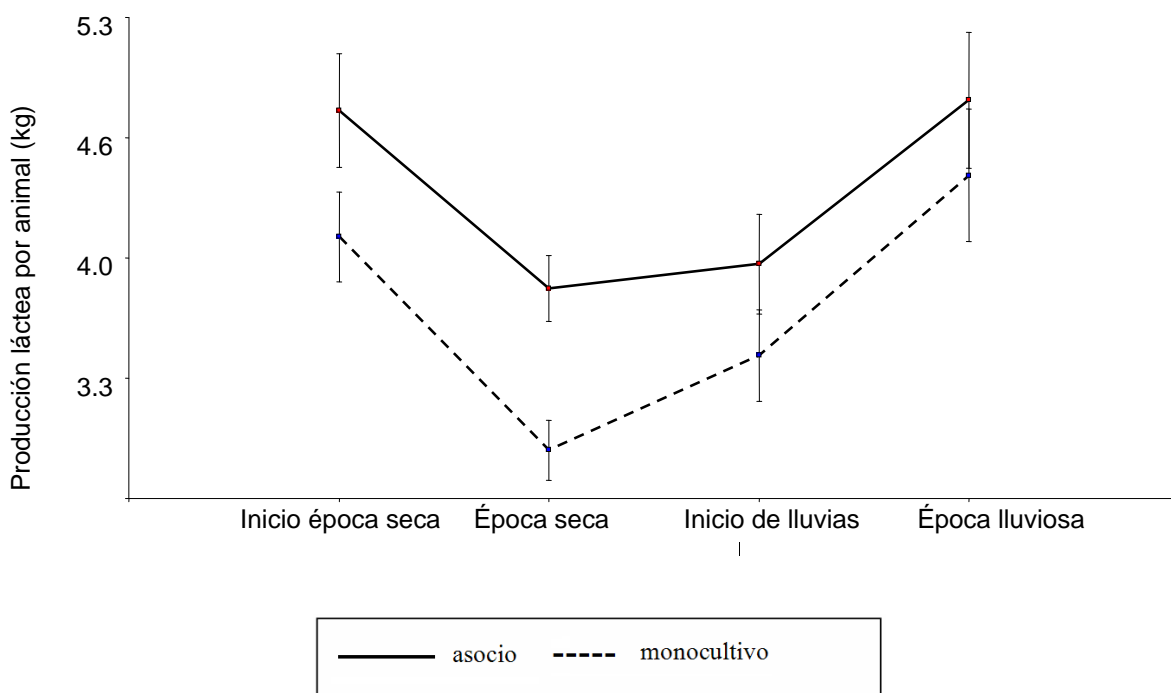


Figura 11. Producción láctea ( $\text{kg vaca}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ) en función de la época y el acceso o no a bancos de leucaena

El que en el presente estudio se encontraran efectos benéficos del acceso de las vacas a los bancos de leucaena, especialmente durante el período seco, sugiere que los animales tenían un potencial genético no expresado como consecuencia de la calidad de la dieta cuando sólo tenían acceso a las pasturas de gramíneas (Lascano *et al.* 1994; Singh *et al.* 2007).

Un aspecto que puede parecer contradictorio es que en la primera etapa (inicio del periodo seco) se presentaron mayores producciones de leche por vaca, incluso cuando los animales no tuvieron acceso a los bancos de proteína, pero esto es debido que el trabajo se inició con vacas de uno a dos meses de lactancia, y por tanto con mayor potencial de producción de leche, y estas se mantuvieron en el ensayo hasta el inicio de lluvias, pero luego tres de las quince vacas fueron reemplazadas por vacas en fase de temprana lactancia en la tercera fase de toma de

muestras y en la última fase se reemplazaron todos los animales, y eso acompañado con la mejor disponibilidad de forrajes y la mejor calidad de los pastos tuvo influencia sobre la mayor producción de leche observada en el muestreo efectuado durante el período de lluvias.

Cuando se evaluó la producción leche del hato total (Figura 12), tomando en cuenta todos los animales ordeñados en las tres fincas (entre 80 y 88 animales, número que varió en función de las pariciones y el secado de las vacas) siempre hubo ventaja cuando las vacas ingresaban al banco de proteína (en promedio un incremento del 17.6 %), pero las mayores diferencias se presentaron al inicio del período seco. Esto es resultante no sólo del efecto positivo de la suplementación con leucaena sobre la producción por vaca, sino que además en ese periodo se presentó un mayor número de vacas en estadíos tempranos de la lactancia, y estas son las que muestran un mayor potencial de respuesta a mejoras en la calidad de dieta (Briñez *et al.* 2007), La producción de leche tiende a bajar a medida que se alarga la curva de lactancia (Camero 1991), produciendo la diferencia entre periodos observados en este ensayo. Estudios similares con otro tipo de arbóreas demuestran el mismo efecto positivo de las arbóreas sobre la producción de leche, sin embargo debe tomarse en cuenta que mientras mayores sean los niveles de suplementación con leguminosa, es posible lograr una mayor producción, siempre y cuando se provea de una fuente adicional de energía (Tobón 1988).

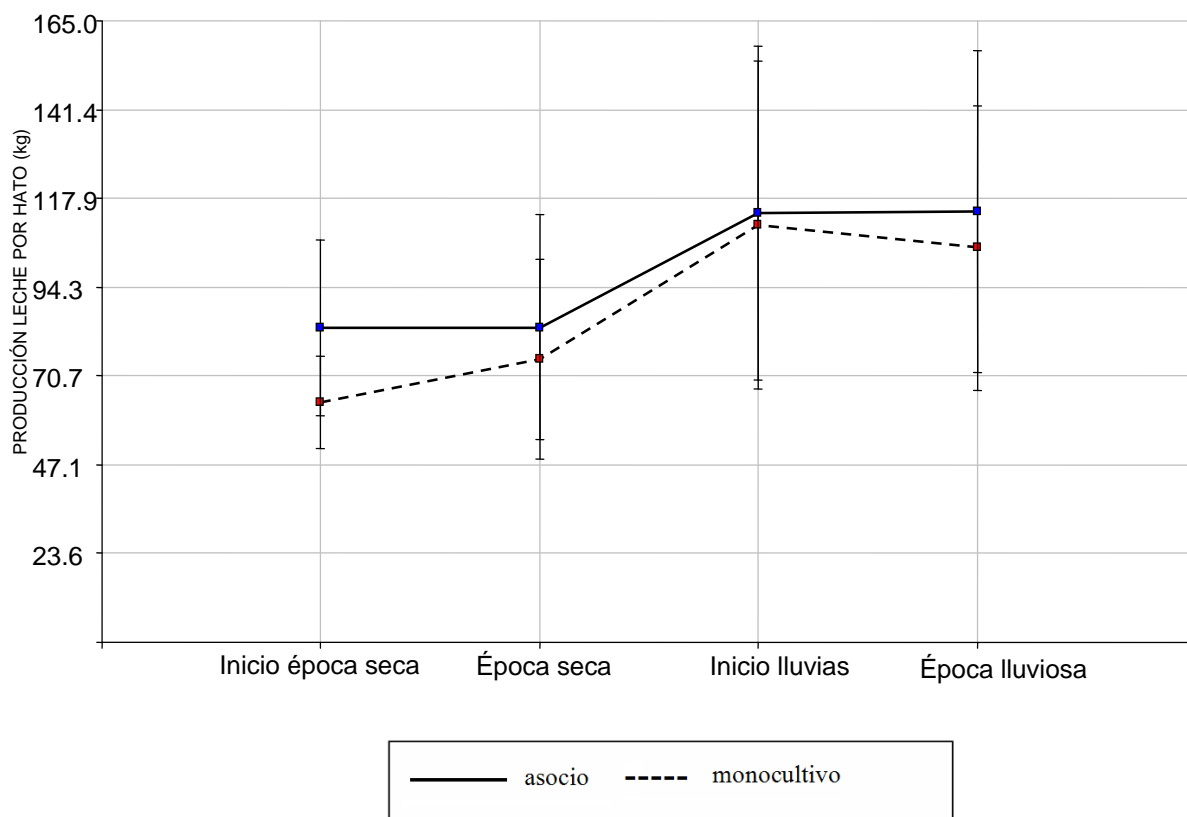
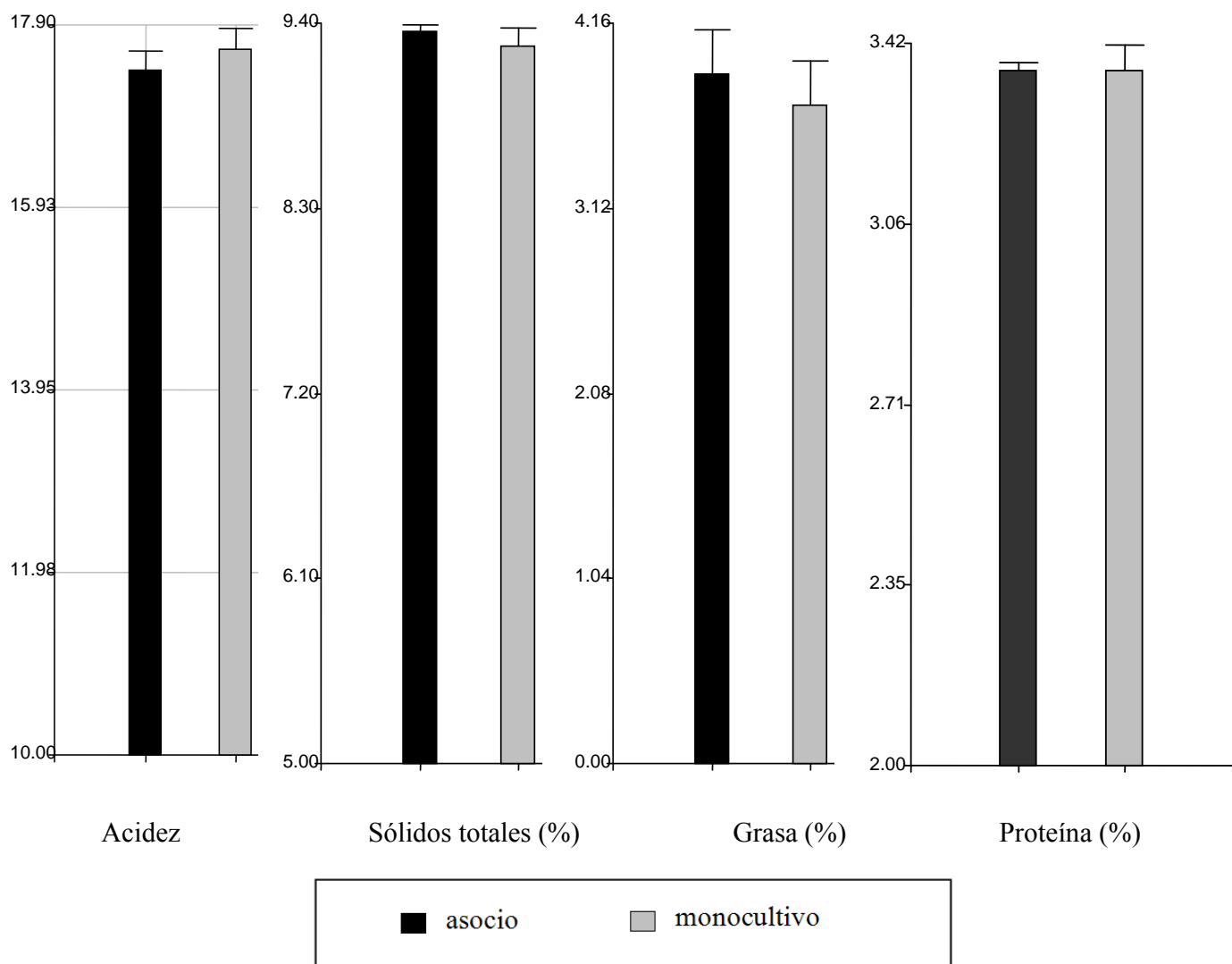


Figura 12. Productividad láctea por hato en función de la época y el acceso al banco de leucaena

### 5.6.6 Calidad de la leche

El acceso a bancos de proteína de leucaena no afectó la acidez de la leche ni los contenidos de sólidos totales, grasa y proteína (Figura 13). Aunque no hay muchos estudios donde se evalúan estos parámetros en vacas lactantes que ingieren leucaena, sólo los resultados obtenidos por Damothiram y Chandrasekaran (1982) fueron similares a los encontrados en el presente estudio. Los resultados obtenidos también han sido reflejados en otros estudios con arbóreas, en los que se vio que si bien la suplementación con *Erithrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* podía influir sobre la producción de leche, no lo hacía sobre la grasa láctea (Abarca 1989, Tobón 1988, Camero 1991, Alagon 1990). Es posible que la composición química de la leche no cambie como consecuencia del uso de los bancos de leucaena por que los niveles de suplementación no conllevan a cambios importantes en las proporciones y

cantidades de ácidos grasos volátiles producidos en el rumen (Tobón 1988). Las diferencias en concentraciones de sólidos totales y grasa pueden estar más influenciadas por la época del año, las diferencias en la disponibilidad del pasto, el nivel de producción producto de las condiciones climáticas cambiantes en la zona que afectan tanto al pasto como al animal (Abarca 1989) que por el consumo de las leguminosas arbóreas. En otros estudios se encontró un leve aumento, pero no significativo, en los contenidos de grasa y sólidos no grasos al suplementar las vacas con leucaena, pero el contenido de sólidos totales no fue afectado (Das y Venkat 1982, Urbano *et al.* 2002).



*Figura 13. Calidad de la leche en vacas alimentadas con pasturas en monocultivo y pasturas con acceso a bancos de proteína de leucaena*

La fase o época del año en que se efectúan las mediciones puede influir en el contenido de grasa en la leche (González 1995). Por ello, cuando se analizaron los resultados obtenidos en el contenido de grasa láctea en función de la época del año se encontró que los menores contenidos de grasa láctea se obtuvieron a inicios del período seco y en la mitad del periodo de lluvias (Figura 14), que fueron justamente los periodos en que hubo una mayor proporción de vacas de temprana lactancia entre los animales a los que se les dio seguimiento individual, y es

sabido que en esos períodos se da una mayor producción de leche, y menores contenidos de grasa (Baba *et al.*, 2000; Soares *et al.*, 2004; O'Brien, 1996).

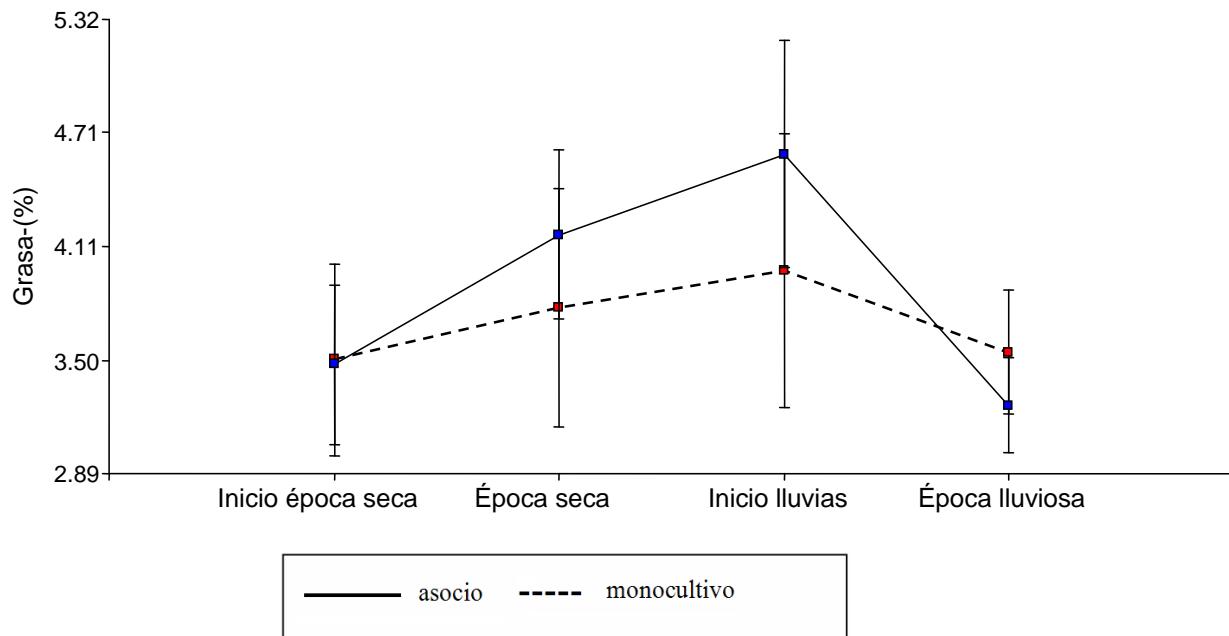


Figura 14. Análisis de grasa láctea por época y por tratamiento con acceso y sin acceso al banco de leucaena

Por otro lado, los mayores contenidos de grasa láctea se presentaron a la mitad del período seco y en el inicio de lluvias (Figura 14), y aunque no se detectaron diferencias significativas, hubo una tendencia a contenidos de grasa ligeramente mayores en los animales que tuvieron acceso a los bancos de proteína de leucaena, lo cual coincide con lo reportado por Das y Venkat (1982) y Urbano *et al.* (2002). El hecho que hayan mayores contenidos grasos en esos períodos no pueden atribuirse a la calidad de la dieta *per se*, pues son períodos con un contraste muy marcado en los niveles de digestibilidad del pasto, muy baja en el período seco y muy alta al inicio de lluvias (Figura 9), sino más bien se atribuyen al incremento en el contenido graso de la leche que ocurre cuando las vacas progresan en la lactancia (Soares *et al.*, 2004).

Otro atributo analizado fue el grado de acidez de la leche, pues algunos productores habían indicado que éste se incrementaba cuando los animales tenían acceso a los bancos de proteína, y confirmar esto era relevante por las implicaciones que tenía esta afirmación en la adopción

de los bancos de leucaena, por las implicaciones que esto tiene en la comercialización de la leche. Los resultados obtenidos en el estudio mostraron que no existen diferencias en la acidez de leche de vacas que sólo tienen acceso a pasto y aquellas que además ramonean en bancos de leucaena (Figura 13).

### **5.6.7 Análisis económico**

Para el análisis financiero se tomaron en consideración los diferentes costos en que se incurrió en cada una de las tres fincas donde se desarrollaron los ensayos, y entre ellas se encontraron algunas diferencias en cuanto a inversión, manejo e ingresos.

#### **5.6.7.1 Finca 1. Propietario Álvaro Solares**

En la finca 1 se estimó que hubo un desembolso de \$276.8 ha<sup>-1</sup> en mano de obra para establecer una hectárea del sistema silvopastoril de pasto con acceso al banco de proteína de leucaena (Cuadro 3) y un total de gastos en insumos de \$1320.9 ha<sup>-1</sup> para el mismo sistema (Cuadro 4). Cabe anotar que este tuvo el mayor costo en inversión para el establecimiento, porque el mismo fue establecido con plantas producidas en vivero, y eso representó el 85.2% de los costos totales en insumos. Se debe anotar que este fue el único caso de establecimiento con plantitas de vivero, pues fue la primera experiencia y no había suficiente semilla. El costo total del establecimiento del banco de proteína de leucaena fue de US\$ 1597.7. En contraste, el establecimiento de pasturas en monocultivo tuvo un costo de US\$ 364.00 ha<sup>-1</sup>.

*Cuadro 3. Costos de mano de obra (US \$ ha<sup>-1</sup>) del establecimiento del sistema silvopastoril pasto con acceso a banco de proteína de leucaena*

Actividad	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total Q.	Costo total \$
Fertilización	Fertilización con 20-20	Jornal	2	40	80	
Preparación del terreno	Mecanización	unidad	1	500	500	
Preparación del terreno	Aplicación herbicida	Jornal	2	35	70	
Siembra	siembra	Jornal	20	40	800	
Protección del banco	Areglar cerco	Jornal	2	40	80	
Control de maleza	1er Limpia	Jornal	6	40	240	
Control de maleza	2a Limpia	Jornal	4	40	160	
	<b>Mano de Obra</b>				<b>1930</b>	<b>276.8</b>

Tasa de Cambio \_(\$1 =Q7.55).

*Cuadro 4. Costos de insumos (US \$ ha<sup>-1</sup>) del establecimiento del sistema silvopastoril pastoreo con acceso a banco de proteína de leucaena*

Actividad	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total Q.	Costo total \$
Fertilización	Fertilizante 15-15-15	quintal	2	160	320	
Preparación del terreno	Glifosato ( Roundup)	Galones	1	275	275	
Protección del banco	Alambre	rollo	4	160	640	
Protección del banco	Grapas	Libras	15	4	60	
Siembra	Plantulas	unidad	17000	0.5	8500	
Siembra	Pita	unidad	2	9	18	
Control de plaga	Mirex (control de zompopo)	Libras	4	40	160	
<b>Insumos</b>					<b>9973</b>	<b>1320.9</b>

Los costos de manejo anual del sistema silvopastoril de pastura en asocio con leucaena corresponden a US\$ 230.79 ha<sup>-1</sup>, de los cuales el 82.7% pertenecen a mano de obra y el 17.3% a costos de insumos. Para el sistema de pasturas en monocultivo, los costos fueron de US\$ 285.14 ha<sup>-1</sup>, de los cuales el 49.8% corresponden a los costos de mano de obra y el 50.2% restante a los insumos.

Se encontraron diferentes gastos e ingresos para cada sistema (Cuadro 5). Según los resultados encontrados en el análisis financiero, la implementación del sistema silvopastoril de pasto con



acceso a banco de proteína con leucaena bajo los supuestos de producción utilizados en el modelo a 10 años se concluye que es una opción viable tanto a nivel de productividad animal como económica, recuperándose la inversión en el primer año (figura 15) expresando un VPN de US\$ 508.27 y una tasa interna de retorno (TIR) del 22%, a pesar de que en este caso la siembra no fue directa, el proceso previo constituyó en preparar pilones, es decir, cada plántula fue preparada en bolsa con tierra y luego transplantada, este proceso aumentó significativamente el costo de producción por lo que es de esperar que este TIR podría haber sido mayor, si el establecimiento se hubiera hecho con siembra directa.

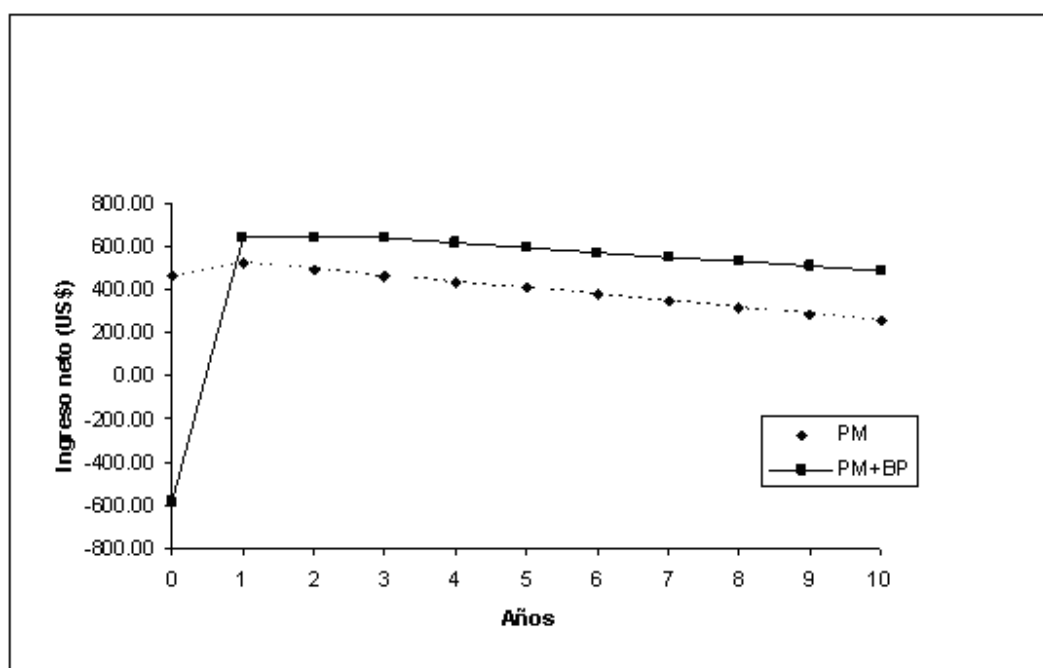


Figura 15. Diferencia de ingresos económicos en sistema Leucaena + pasto comparado al sistema de pasto sin asocio para la finca 1

*Cuadro 5. Gastos e ingresos (US\$ ha<sup>-1</sup>) para el modelo de sistema silvopastoril de pasto con acceso al banco de proteína de Leucaena y el de pasto sólo*

<b>Índices</b>	<b>Pasto + Leucaena</b>	<b>Pastura en monocultivo</b>
<b>Insumos para establecimiento</b>	1320.9	364.00
<b>Mano de obra establecimiento</b>	276.8	134.1
<b>Mano de obra mantenimiento</b>	21.2	147.02
<b>Insumos veterinarios</b>	40	40
<b>Insumos suplementación</b>	0	71.54
<b>Ingresos por venta de leche</b>	2448	2010

#### **5.6.7.2 Finca 2. Propietario Juan Ramírez**

Se estimó un desembolso de \$257.89 ha<sup>-1</sup> por concepto de mano de obra para establecer una hectárea del sistema silvopastoril de pasto con acceso al banco de proteína de leucaena (Cuadro 6) y un total de gastos en insumos de \$609.02 ha<sup>-1</sup> para el mismo sistema (Cuadro 7). El costo del establecimiento del sistema silvopastoril banco de proteína de leucaena fue de US\$ 866.91. En contraste, los valores correspondientes para el sistema sin banco de proteína fueron de US\$ 434.20 ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 6. Costos de mano de obra (US \$ ha<sup>-1</sup>) del establecimiento del sistema silvopastoril pastoreo con acceso a banco de proteína de leucaena

Actividad	Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Costo total Q.	Costo total \$
Preparación del terreno	Establecer cerco	jornal	15	40	600	78.95
Preparación del terreno	Aplicación herbicida	Jornal	2	40	80	10.53
Control de malezas	Primera limpia	jornal	9	40	360	47.37
Control de malezas	Segunda limpia	Jornal	8	40	320	42.11
Siembra	Siembra	Jornal	9	40	360	47.37
Fertilización	Fertilización con 20-20	Jornal	6	40	240	31.58
<b>Total</b>						<b>257.89</b>

Tasa de Cambio \_(\$1 =Q7.55).

Cuadro 7. Costos de insumos (US \$ ha<sup>-1</sup>) del establecimiento del sistema silvopastoril pasto con acceso a banco de proteína de leucaena

Actividad	Descripción	Unidad de Medida	Cantidad	Costo unitario Q.	Costo total \$
Preparación del terreno	Ranger	galon	2	170	58.54
Preparación del terreno	Paracuat	galon	2	130	44.77
Protección del banco	Alambre	rollo	8	158	217.64
Siembra	semilla de leucaena	Kg	2	80	27.55
Fertilización	Fertilizante	quintal	3	145	74.90
Protección del banco	Postes (para cerca)	unidad	85	8	117.09
Protección del banco	grapas (para cerca)	libra	7	4	4.82
Control de plagas	Exterminador (insecticida)	libra	3	10	5.17
Control de plagas	Gaicho (insecticida para semilla)	Gramos	1	112	19.28
	<b>Segundo año</b>				
Control de malezas	Gramoxone (herbicida)	galon	1	180	30.99
Control de malezas	Edonal	Litro	1	48	8.26
<b>Total</b>					<b>609.02</b>

Tasa de Cambio \_(\$1 =Q7.55).

Los costos de manejo anual del sistema silvopastoril de pasto con acceso a banco de proteína con leucaena y los costos del manejo de los animales por hectárea corresponden a US\$ 230.79, de los cuales el 82.7% corresponden a la mano de obra y el 17.3% restante a los insumos. Para el sistema de pasto en monocultivo los costos de manejo fueron de US\$ 285.14, de los cuales el 49.8% corresponden a los costos de mano de obra y el 50.2% a los insumos (ver Anexo 2).

Se encontraron diferentes gastos e ingresos para cada sistema (Cuadro 8). Según los resultados encontrados en el análisis financiero, la implementación del sistema silvopastoril de pasto con acceso a bancos de leucaena bajo los supuestos de producción utilizados en el modelo a 10 años se concluye que la recuperación de la inversión se cumple en el segundo año (figura 16), por lo que es una opción viable tanto a nivel de productividad animal como económica, por expresar un VPN de US\$ 206.84 y una tasa interna de retorno (TIR) del 17%.

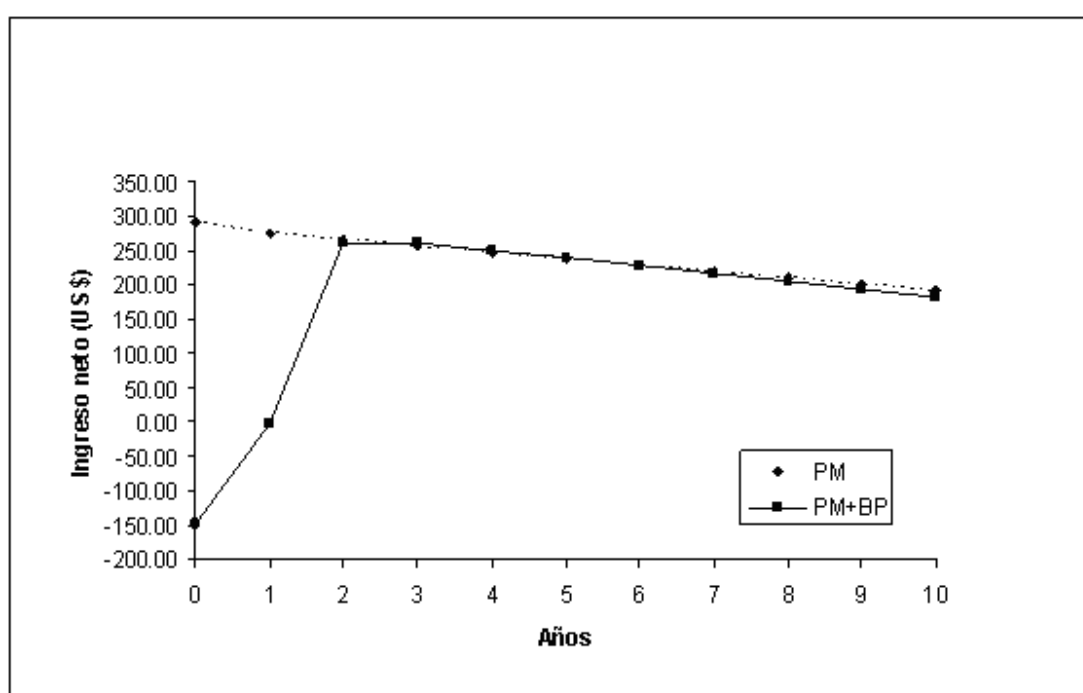


Figura 16. Diferencia de ingresos económicos en sistema Leucaena + pasto comparado al sistema de pasto sin asocio para la finca 2

*Cuadro 8. Gastos e ingresos (US\$ ha<sup>-1</sup>) para el modelo de sistema silvopastoril pasto con acceso al banco de proteína de Leucaena y el de pasto sólo*

<b>Índices</b>	<b>Pasto + Leucaena</b>	<b>Pasto en monocultivo</b>
<b>Insumos para establecimiento</b>	609.02	434.20
<b>Mano de obra establecimiento</b>	257.89	134.1
<b>Mano de obra mantenimiento</b>	39.25	147.02
<b>Insumos veterinarios</b>	40	40
<b>Insumos suplementación</b>	0	71.54
<b>Ingresos por venta de leche</b>	736	620

### **5.6.7.3 Finca 3. Propietario Basilio Cardona**

Se estimó un desembolso de \$328.44 ha<sup>-1</sup> por mano de obra para establecer una hectárea del sistema silvopastoril de pasto con acceso al banco de proteína de leucaena (Cuadro 9) y un total de gastos en insumos de \$390.04 ha<sup>-1</sup> para el mismo sistema (Cuadro 10). El costo del establecimiento del sistema silvopastoril pasto con acceso a bancos de leucaena fue de US\$ 718.48. En el caso del sistema de pasto en monocultivo los costos de establecimiento fueron de US\$ 424.00.

*Cuadro 9. Costos de mano de obra (US \$ ha<sup>-1</sup>) del establecimiento del sistema silvopastoril de pasto con acceso a banco de proteína de leucaena*

Actividad	Descripcion	Unidad de Medida	Cantidad	Costo unitario	Total Costo	Costo por ha (Q)	Costo por ha (\$)
Preparación del terreno	Limpia del terreno	Jornal	3	35	105	68.25	9.04
Preparación del terreno	Aplicación herbicida	Jornal	12	35	420	273	36.16
Siembra	siembra	Jornal	12	40	480	312	41.32
Siembra	siembra	Jornal	27	35	945	614.25	81.36
Proteccion del banco	Areglar cerco	Jornal	12	40	480	312	41.32
Control de maleza	1er Limpia	Jornal	12	40	480	312	41.32
Control de maleza	2a Limpia	Jornal	10	40	400	260	34.44
Control de maleza	3a Limpia	Jornal	12	40	480	312	41.32
Control de plaga	Fumigación para control gusano	Jornal	3	30	90	58.5	7.75
Fertilizacion	Fertilización con 20-20	Jornal	1	40	40	26	3.44
	<b>Mano de Obra</b>				<b>3920</b>	<b>2479.75</b>	<b>328.44</b>

1 \$ = Q. 7.58

*Cuadro 10. Costos de insumos (US \$ ha<sup>-1</sup>) del establecimiento del sistema silvopastoril de pasto con acceso a banco de proteína de leucaena*

Actividad	Descripcion	Unidad de Medida	Cantidad	Costo unitario	Total Costo	Costo por Ha (Q)	costo por ha (\$)
Preparación del terreno	Glifosato ( Roundup)	Galones	2.5	275	687.5	446.875	59.19
Preparación del terreno	Hedonal (herbicida)	Galones	2	140	280	182	24.11
Proteccion del banco	Alambre	rollo	6	160	960	624	82.65
Proteccion del banco	Grapas	Libras	18	4	72	46.8	6.20
Siembra	semilla de leucaena	Kg	9	120	1080	702	92.98
Siembra	Pita	unidad	4	9	36	23.4	3.10
Control de plaga	Mirex (control de zompopo)	Libras	1	40	40	26	3.44
Control de plaga	Gaicho (Curar semilla)	sobre	1	110	110	71.5	9.47
Control de plaga	Terabovería (insecticida biologico)	litros	2	250	500	325	43.05
Control de plaga	BST ochenta y ocho (insecticida Biologico)	litros	0.5	250	125	81.25	10.76
Fertilizacion	Fertilizante 20 - 20	quintal	4	160	640	416	55.10
	<b>Insumos</b>				<b>4530.5</b>	<b>2944.825</b>	<b>390.04</b>

Los costos de manejo anual del sistema silvopastoril de pasto con acceso a banco de proteína con *Leucaena* y los costos del manejo de los animales por hectárea corresponden a US\$ 230.79, de los cuales el 82.7% pertenecen a mano de obra y el 17.3% a costos de insumos. En contraste, el establecimiento de pasturas en monocultivo tuvo un costo de US\$ 364.00 ha. Para el sistema de pastura en monocultivo los costos fueron de US\$ 285.14, de los cuales el 49.8% corresponden a los costos de mano de obra y el 50.2% son para los costos de insumos (ver Anexo 2).

Se encontraron diferentes gastos e ingresos para cada sistema (Cuadro 11). Según los resultados encontrados en el análisis financiero, la implementación del sistema silvopastoril de pasto con acceso a banco de proteína con *leucaena*, bajo los supuestos de producción utilizados en el modelo a 10 años, se concluye que se puede obtener una tasa de retorno positiva a partir del segundo año (figura 17), por lo que se considera una opción viable tanto a nivel de productividad animal como económica, por expresar un VPN incremental positivo de US\$ 206.84 y una tasa interna de retorno (TIR) del 18%

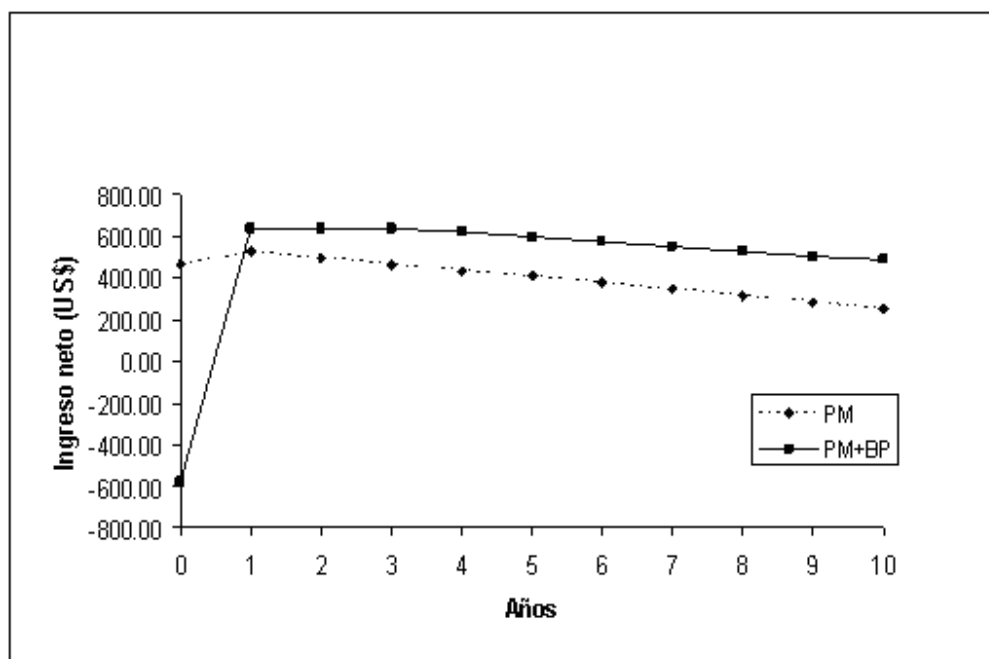


Figura 17. Diferencia de ingresos económicos en sistema *Leucaena* + pasto comparado al sistema de pasto sin asocio para la finca 3

*Cuadro 11. Gastos e ingresos (US\$ ha<sup>-1</sup>) para el modelo de sistema silvopastoril pastoreo con acceso al banco de proteína de Leucaena y el de pasto sólo*

<b>Índices</b>	<b>Pasto + Leucaena</b>	<b>Pasto en monocultivo</b>
<b>Insumos para establecimiento</b>	390.04	424.42
<b>Mano de obra establecimiento</b>	328.44	134.1
<b>Mano de obra mantenimiento</b>	17.20	147.02
<b>Insumos veterinarios</b>	40	40
<b>Insumos suplementación</b>	0	71.54
<b>Ingresos por venta de leche</b>	820	667

### **5.6.8 Análisis económico: discusión de resultados**

Los sistemas silvopastoriles mencionados en el presente estudio mostraron un VAN incremental positivo y una TIR de US\$ 508.27 y 21% para la finca 1; US\$ 189.82 y 17% para la finca 2 y US\$ 206.84 con 18% para la finca 3, en todos los casos tomando como referencia el sistema de pastoreo sin acceso al banco de leucaena. El valor de la TIR para bancos usados bajo pastoreo fue más alto al encontrado por Holmann y Estrada (1997) para bancos forrajeros de corte y acarreo, quienes obtuvieron una TIR del 14%. Cabe anotar que este tipo de sistemas cuando son bien manejados tienen además un mayor potencial de sostenibilidad, al no depender de insumos externos, lo cual ha sido comprobado también en otros trabajos realizados usando concentrados comerciales (Ruiz y Febles 1998).

López (2005) encontró en Nicaragua costos menores a los encontrados en el presente estudio, pues la inversión para el establecimiento de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* fue de



US\$ 459 ha<sup>-1</sup>, posiblemente debido a que se usaron estacas para la siembra y el costo de mano de obra en Nicaragua es más bajo que en Guatemala. Sin embargo, aún bajo esas condiciones el consideró que la alta inversión inicial de los bancos forrajeros y el alto costo de manejo de estos bajo sistemas de corte y acarreo podían ser limitantes para su implementación. Estudios realizados en Costa Rica por Sánchez (2007) han encontrado costos por establecimiento y manejo de los bancos forrajeros de leucaena y de cratylia + caña entre 1.7 y 4.5 veces menores, que el costo de suplementar con concentrados.

Sin embargo, la implementación de bancos de leucaena con una reducción en los costos de establecimiento utilizando siembra directa por semilla como se ha realizado con la mayoría de productores en la zona del presente estudio, podría ser una buena alternativa para los productores; además de los bajos costos de manejo. Además, la siembra de la leucaena en asocio con cultivos anuales es otra forma de pagar los costos de establecimiento del banco, y eso hace más factible que los productores puedan recuperar más tempranamente la inversión en el establecimiento. Esta versatilidad en la siembra es una forma de poder optar por la alternativa más económica; así mismo la característica multiuso de leucaena también tiene importancia desde el punto de vista económico, pues esta característica puede mejorar el ingreso económico en los productores por existir múltiples beneficios adicionales en sistemas silvopastoriles de este tipo como producción de leña, venta de postes y madera, y semilla (Mármol y Morillo 1997). Estos beneficios adicionales no se consideraron en los análisis económicos efectuados en este estudio, pese a que se reconoce que al menos por ahora el ingreso económico por concepto de producción y venta de semilla ha sido un ingreso importante y un aliciente a otros productores para el establecimiento de estos sistemas.

En fincas ganaderas en El Chal, Petén, Guatemala, en diferentes épocas del año, la suplementación de vacas doble propósito mediante el uso de bancos de proteína de leucaena bajo ramoneo es una alternativa rentable comparada con el sistema de pastoreo sin acceso a leucaena. El incremento en producción de leche obtenida con los bancos comparado con el sistema de pastoreo sin acceso a leucaena es un factor que hace que los bancos de leucaena se vean como una opción viable, pero además hay que considerar el efecto que estos tienen en incrementar la carga animal. Estos resultados son coincidentes con Oviedo (1995), quien encontró buenos resultados en este tipo de trabajos lo cual se vio reflejado en la rentabilidad al

evaluar la suplementación con una arbórea (*Morus sp*), aún cuando en ese trabajo el uso de la leñosa fue bajo corte y acarreo.

Al pensar en el establecimiento de un sistemas silvopastoril de esta clase, vale la pena considerar la importancia que ha sido evidente en otros estudios, es donde el establecimiento y manejo de árboles leucaena aumenta la demanda de mano de obra hasta en un 50% cuando se usa en sistema de callejones, sin embargo el sistema puede ser sostenible ya que la mejora del rendimiento del cultivo acompañante paga esos costos (Ngambeki 1985). Los sistemas agroforestales de este tipo han sido económicamente aceptables, las actividades productivas generan ingresos que justifican este tipo de inversión; además, ingresos adicionales pueden lograrse a través de incentivos en forma de pagos por servicios ambientales (Santos *et al.* 2002).

Por lo tanto, los análisis realizados en el presente estudio dan un panorama positivo como lo demuestra la TIR pero también debe tenerse en consideración que en otros escenarios de trabajo para ver el fruto de este tipo de trabajos no ha sido inmediato, se ha encontrado que este tipo de socios pueden proporcionar mayores rendimientos después de 5 años y mayores retornos económicos después de 10 años (Gutteridge 1998).

## 5.7 CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, se concluye que:

- El uso de bancos manejados bajo pastoreo, es una excelente alternativa de alimentación suplementaria de ganado doble propósito en El Petén, Guatemala. El efecto benéfico de estos sobre la disponibilidad y calidad del forraje, la ingesta de nutrientes, y por ende la producción de leche por vaca se hace más evidente durante el período seco.
- Los bancos de proteína de *Leucaena leucocephala* constituyen una opción silvopastoril para la intensificación del sistema de doble propósito, pues permite sostener una mayor carga animal, y esto conjuntamente con el incremento en la producción por vaca, resulta en una mayor productividad por unidad de superficie.
- El acceso de las vacas lactantes a los bancos de proteína de *Leucaena leucocephala* no afectan la composición de la leche en términos de contenido graso, proteína y sólidos totales, y tampoco la acidez de la leche ordeñada.
- Para que exista una buena respuesta al mejoramiento de la calidad de dieta resultante del acceso a los bancos de proteína de *Leucaena leucocephala* se debe trabajar con animales de mayor potencial genético o utilizarlo en las etapas iniciales de la lactancia, cuando las vacas tienen una mayor demanda de nutrientes.
- La rentabilidad del sistema silvopastoril de pasturas con acceso a bancos de proteína de leucaena es mayor que para el sistema de pastura sola; a pesar de los costos adicionales en que debe incurrir el productor para establecer el banco. Por consiguiente los bancos de proteína constituyen una opción económicamente viable de intensificación de los sistemas ganaderos de doble propósito en El Petén.

## 5.8 RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos han permitido confirmar la validez de experiencias desarrolladas en el uso de bancos de proteína de *Leucaena leucocephala*, por lo que esta tecnología debe difundirse entre un número más amplio de productores de El Petén, cuyas fincas presenten condiciones adecuadas para el establecimiento y crecimiento de la especie. Por otro lado, en aquellas fincas que ya poseen estos bancos de proteína, debe promoverse la ampliación de las áreas sembradas, de manera que el acceso a bancos sea efectivo y diario, por lo menos en los períodos secos, cuando las gramíneas presentan limitaciones en crecimiento y calidad nutritiva, que son compensadas por la leucaena.

Tomando en cuenta que Petén es una área con vocación forestal, a manera de conservar los recursos naturales es oportuno realizar más estudios en temas relacionados, pues en los sistemas silvopastoriles existen otras ventajas que aunque no hayan sido parte del presente estudio, contribuyen a mejorar la condición corporal y el confort de los animales, la vida útil de las pasturas, el confort animal, y además pueden constituir fuentes adicionales de ingreso como es la producción de semillas.

## 5.9 BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, S. 1989. Efecto de la suplementación con poró (*Eritrina poeppigiana*) y melaza sobre la producción de leche en vacas pastoreando estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, Costa Rica. CATIE. 68 p.
- Alagon, G. 1990. Comparación del poró (*Eritrina poeppigiana*) con otras fuentes nitrogenadas de diferente potencial de escape a la fermentación ruminal como suplemento de vacas lecheras alimentadas con caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, Costa Rica. CATIE. 145 p.

- Álvarez, F; Preston, T. 1976. *Leucaena leucocephala* como suplemento proteico para producción de leche y becerros destetados en raciones basadas en caña de azúcar. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)*. 1:116-122.
- Álvarez, F; Wilson, A; Preston, T. 1980. *Leucaena leucocephala* como fuente combinada de proteína y forraje para becerros en dietas de miel/urea. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)*. 2:297-300.
- 1980. *Leucaena leucocephala* como suplemento proteico para producción de leche y becerros en dietas de caña de azúcar: comparación con pulidura de arroz. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 3:47-51
- Aparicio, R; González, R; Torres, R; Astudillo, L; Cordova, L; Carrasquel, J. 2007. Degradabilidad de los pastos lambedora (*Leersia hexandra*) y paja de agua (*Hymenachne amplexicaulis*) en cuatro épocas del año de una sabana inundable del Estado Apure. *Zootecnia Tropical (Venezuela)* 25:225-228.
- Baba, AS; Sembiring, M; Noraida, I; Stone, GM. 2000. The effects of supplementation with selected browse plants on feed intake, production and composition of milk in lactating Katjang-cross goats. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (United Kingdom)* 13:369-372.
- Balogun, RO; Otchere, EO. 1995. Effect of level of *Leucaena leucocephala* in the diet on feed intake, growth and feed efficiency of Yankasa rams. *Tropical Grasslands (Australia)*. 29: 150-154
- Banful, B; Dzieror, A; Ofori, I; Hemeng, B. 2000. Yield of plantain alley cropped with *Leucaena leucocephala* and *Flemingia macrophylla* in Kumasi, Ghana. *Agroforestry Systems. (Holanda)*. 49:189-199
- Bentes, M; Silva, ML; Vilcahuaman, LJ; Locatelli, M. 2005. Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia ocidental. *Revista Arvore (Brasil)*. 29:401-411

- Bertch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José, CR, ACCS. 157 p.
- Briñez, KW; Valbuena, E; Castro, G; Tovar, A; Ruiz, RJ; Roman, R. 2003. Efectos del mestizaje, época del año, etapa de lactancia y número de partos sobre la composición de leche cruda de vacas mestizas. Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia (Maracaibo, Venezuela). 13: 490-498
- Brown, ML. 1981. Presupuestos de fincas: Del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos avícolas. Madrid, E. Editorial TECNOS, S.A 142 p.
- Betancourt, H. 2006. Evaluación bioeconómica del impacto de la degradación de pasturas en fincas ganaderas de doble en El Chal, Petén, Guatemala. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, CR. CATIE. 91 p.
- Betancourt, H.; Pezo, D., Cruz, J.; Beer, J. 2007. Impacto bioeconómico de la degradación de pasturas en fincas de doble propósito en El Chal, Petén, Guatemala. Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Cuba) 30: 169-175.
- Bolívar, D; Ibrahim, M; Kass, D. 1999. Productividad y calidad forrajera de *Brachiaria humidicola* en monocultivo y en asocio con *Acacia mangium* en un suelo ácido en el trópico húmedo. Agroforestería en las Américas (Costa Rica). 6:48-50
- Bray, RA. 1982. Forage yield of *Leucaena leucocephala*. Leucaena Research Report (USA). 3:1-6.
- , 1994. Possibilities for developing low mimosine leucaena. *In: ACIAR Proceedings No. 57. Leucaena, Opportunities and Limitations.* Shelton, M.; Piggin C.M.; Brewbaker, J. (eds). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 119-124.

- Cáceres, O; Santana, H. 1990. Valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* CV. Cunningham en diferentes momentos del año. Revista Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" (Cuba). 7:197-202.
- Camero, LA, 1991. Evaluación del poró (*Eritrina peppigiana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) como suplemento proteicos para vacas lecheras alimentadas con heno de Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 145 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1991. *Leucaena leucocephala* especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE-ROCAP. (Serie Técnica No. 14). Turrialba, Costa Rica. 52 p.
- CATIE/NORAD. 2001. Estudio de línea de base para proyecto de pasturas degradadas (Informe Preliminar). Turrialba, Costa Rica. 122 p.
- Cardona, C.; Suárez, S. 1996. La *Leucaena leucocephala*: en bancos de proteína y asociada con gramíneas. In: Alternativas para una ganadería moderna y competitiva. II Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles. Ministerio de Agricultura - CONIF. Santa Fé de Bogotá, Colombia. pp. 59-72
- Chandrasekaran, NR. 1982. Studies on leucaena tree growth. Leucaena Research Reports (EUA). 3:19-20
- Cino, M.D.; Castillo, E.; Hernández, J. 2006. Alternativas de ceba vacuna en sistemas silvopastoriles con *Leucaena leucocephala*. Indicadores económicos y financieros. Revista Cubana de Ciencia Agrícola (Cuba). 40:25-29.
- Coleman, S; Frahm, RR. 1987. Nitrogen metabolism in crossbred steers with varying levels of Brahman using a nitrogen depletion-repletion regimen. Journal of Animal Science (EUA). 65:1077-1093

- Colón, A.P. 2005. Conocimiento local sobre la quema en sistemas silvopastoriles de El Petén, Guatemala. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, CR. CATIE. 106 p.
- Damothiram, L.; Chandrasekaran, N. 1982. Nutrition studies with leucaena forage. *Leucaena Research Reports (USA)*. 3:21-22.
- Das, R.B.; Dalvi, G.S. 1981. Effect of interval and intensity of cutting of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Reserch Reports (USA)*. 2:21
- Das, R; Venkat, R. 1982. Intercropping of leucaena with grain crops. *Leucaena Research Reports (USA)*. 3:21-22.
- Flores, R. 1979. *Leucaena leucocephala* para la producción de leche: efecto de la suplementación con leucaena en vacas pastoreando. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)*. 4:53-58.
- García, G.W.; Ferguson, T.U.; Neckles, F.A.; Archibald, K. 1996. The nutritive and forage productivity of *Leucaena leucocephala*. *Animal Feed Science and Technology (Italy)* 60:29-41.
- García, M.; Sánchez, C.; Colmenares, J.; Beltrán, E. 1994. Suplementación a pastoreo de *Leucaena leucocephala* en vacas mestizas de doble propósito en el Valle de Aroa, Venezuela. *Zootecnia Tropical (Venezuela)*. 12:205-214.
- González, E; Cáceres, O. 2002. Valor nutritivo de árboles, arbustos y otras plantas forrajeras para los rumiantes. *Revista Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"(Cuba)* 5:15-20.
- González, M.S.; Van Herck, L.M.; Romero, F.; Pezo, D.A.; Argel, P.J. 1995. Producción de leche en pasturas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) solo y asociado con *Arachis pintoi* o *Desmodium ovalifolium*. *Pasturas Tropicales (República Dominicana)* 18:2-12



- Gutiérrez, M. 1996. Pastos y forrajes de Guatemala, su manejo y utilización base de la producción animal. Guatemala. E&G. 318 p.
- Gutteridge, R. 1998. Leucaena in alley cropping systems: challenges for development.  
*In:* ACIAR Proceedings No. 57. Leucaena Opportunities and Limitations. Australian Shelton, M.; Piggin C.M.; Brewbaker, J. (eds). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 337-341.
- Haydock K. P.; Shaw N. H. 1963. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 169-171.
- Hernandez, I.; Simón, L.; Duquesne, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbek*, *Bahuinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. Revista Pastos y Forrajes “Indio Hatuey” (Cuba) 24:241-258.
- Holmann, F; Estrada, RD. 1997. Alternativas agropecuarias en la región pacifico central de Costa Rica: un modelo de simulación aplicable a Sistemas de Producción animal doble propósito. *In* Lascano, C.E.; Hollman, F. (eds.). Conceptos y Metodologías de Investigación en Fincas con Sistemas de Producción Animal de Doble Propósito. CIAT, Cali, Colombia. Pp. 134-152.
- Hulman, B.; Owen, E.; Preston, T.R. 1978. Comparación de la *Leucaena leucocephala* y la torta de maní como fuente de proteína para el ganado alimentado *ad libitum* con dietas de melaza y urea en Mauricio. Producción Animal Tropical (República Dominicana) 3(1):1-8.
- Ibrahim, M.; Franco, M., Pezo, D., Camero, A.; Araya J. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia rufa* in the subhumid tropics. Agroforestry Systems (Holanda) 51: 167 -175.

- Jiménez, J.A. 2007. Diseño de sistemas de producción ganaderos sostenibles con base a los sistemas silvopastoriles (SSP) para mejorar la producción animal y lograr la sostenibilidad ambiental. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, CR, CATIE. 122 p.
- Jones, R.J.; Megarrity, R.G. 1983. Comparative toxicity responses of goats fed on *Leucaena leucocephala* in Australia and Hawaii. *Australian Journal of Agricultural Research* (Australia) 35:781-790.
- Khot, R.B.; Desale, J.S.; Patil, S.K. 1991. Effect of spacing and harvest durations on fuel yield of leucaena regrowth. *Leucaena Research Report (USA)*. 12: 47
- Lamela, L.; Matías, A.; Gómez, A. 1999. Producción de leche en un sistema con banco de proteína. *Revista Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*(Cuba). 22:339-345.
- Lascano, C.E.; Maas, B.L.; Argel, P.J.; Víquez, E. 1994. Leucaena in Central and South América. *In: ACIAR Proceedings No. 57. Leucaena Opportunities and Limitations.* Shelton, M.; Piggitt C.M.; Brewbaker, J. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp 152-158.
- Lobo, M; Acuña, V. 1999. Determinación de la productividad forrajera de *Cratylia argentea* a dos edades de rebrote y tres alturas de corte en el Pacífico Central de Costa Rica. *Tropileche, Hoja Informativa No.7*. 6 p.
- Lopez, M. 2005. Procesos del fomento tecnológico de bancos de proteína de *Gliricidia sepium* en Rivas, Nicaragua: resultados bioeconómicos y lecciones aprendidas para su difusión. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, CR, CATIE. 92 p.
- LUPE (Proyecto Mejoramiento del Uso y Productividad de la Tierra). 1992. Manual Práctico de Agroforestería. LUPE-USAID. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, Honduras. 112 p.

- Maasdorp, B.V.; Dzwowela, B.H. 1998. Comparison of *Leucaena leucocephala* and other tree fodders as supplemented with *Lablab purpureus*. In: ACIAR Proceedings No.86. Leucaena adaptation, quality and farming systems. Shelton, M.; Gutteridge, R.C.; Mullen B.F.; Bray, R.A. (eds). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 291-294.
- Macedo, R.; Palma, J.M. 1998. Evaluación productiva y económica del manejo de bancos de proteína de *Leucaena leucocephala* en Colima, México. Revista Facultad Agronómica Universidad de Colima (México)15:460-471.
- Manidool, C. 1982. Leucaena leaf meal and forage in Thailand. In: Leucaena Research in the Asian – Pacific region. Proceedings of a workshop held in Singapore, 23-26 November . Organized by the Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) and the International Development Research Center (IDRC). IDRC, Singapur. 192 p.
- Mapoon, L. 1980. Degradabilidad de algunos forrajes altos en proteínas en el rumen. Producción Animal Tropical (República Dominicana). 5:58-61.
- Mármol, J.; Morillo, D. 1997. Leucaena: cultivo y utilización en la ganadería bovina tropical. CORFONLUZ. Maracaibo, Venezuela. 152 p.
- Martinez, M.; Tergas, L.; Méndez, V. 1990. Producción de forraje y valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* en la región semiárida del sur de Puerto Rico. Pasturas Tropicales (República Dominicana). 12:25-33.
- Mero, R.N.; Uden, P. 1990. Effect of supplementing mature grass hay with dried leucaena leaves on organic matter digestibility and voluntary intake by sheep. Animal Feed Science and Technology. 31:8-21.
- Meulen, U.; Struck, S.; Schulke, S.; Harith, E. 1979. Revisión sobre el valor nutritivo y aspectos tóxicos de la *Leucaena leucocephala*. Producción Animal Tropical (República Dominicana). 4:112-126.

- National Academy of Sciences. 1976. *Leucaena: Promising forage and tree crop for the tropics*. Washington. National Academy of Science. 112 p.
- Ngambeki, S. 1985. Economic evaluation of alley cropping leucaena with maize-maize and maize-cowpea in Southern Nigeria. *Agricultural Systems* (Holanda) 17:243-258.
- Norton, B.W.; Lowry, B.; McSweeney, C. 1994. The nutritive value of *Leucaena* species. In ACIAR Proceedings No 57. *Leucaena opportunities and limitations*. Shelton H.M.; Piggins C.M.; Brewbaker L.J. (eds). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 103-111.
- O'Brien, B.; Connolly, B.; Murphy, J.; Fleming, M. 1996. Seasonality and processability of milk. *Farm & Food* (Irlanda). 6:10-12
- Oviedo, J.F. 1995. Morera (*Morus* sp.) en asocio con Poró (*Erithrina poeppigiana*) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, CR, CATIE. 86 p.
- Palma, J.; Aguirre, M.; Cárdenas, C.; Moya, A. 1999. Valor nutritivo de tres leguminosas arbóreas en el trópico seco de México. *Revista Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"* (Cuba) 22:57-63.
- Pathak, P.; Patil, B. 1980. Fuelwood and forage production from *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Reports* (EUA). 1:11-12.
- Pizarro, E.; Nuno, S. 1983. Dry matter production of *Leucaena* in the Cerrados. *Leucaena Reserch Reports* (EUA) 4:9-10.
- Pound, B.; Martinez, C.. 1985. *Leucaena, su cultivo y utilización*. Overseas Development Agency. Londres, U.K. 290 p.
- Ruiz, T.E; Febles, G. 1998. Grassland performance with *Leucaena leucocephala* protein banks

associated with guinea grass under two stocking rates with fattening cattle. Cuban Journal of Agricultural Science (Cuba) 3:355-360

Sánchez, Y.L. 2007. Caracterización de la mano de obra en fincas ganaderas y rentabilidad de bancos forrajeros en Esparza, Costa Rica. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, CR, CATIE. 113 p.

Sands, M. 1994. Consumo de arbustos por los caprinos. *In*: Benavides, J.E. (ed.). Arboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol 1. Serie Técnica, Informe Técnico No 236. Turrialba, C, R. CATIE. Pp 201-215.

Santos, M.J; Rodríguez, L.C; Wandelli, E.V. 2002. Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental. *Scientia Forestalis (Brasil)*. 62:48-61.

Saucedo, G.; Álvarez, F.; Jiménez, N.; Arriaga, A. 1980. *Leucaena leucocephala* como suplemento para la producción de leche en pastos tropicales con ganado doble propósito. *Producción Animal Tropical (República Dominicana)*. 5(1):40-44

Schifino, M; Benevenga, M; Gaffrée. 1999. Dry matter yield of *Leucaena leucocephala* x *L. diversifolia* hybrids grown in Rio Grande do Sul, Southern Brazil. *Leucnet News (United Kingdom)*. 6:3-5

Seiffert, N. 1983. Low performance of *Leucaena leucocephala* Peru type on central Brasil oxisols. *Leucaena Research Reports (USA)*. 4:11-12

Shelton, H.M.; Jones, R.J. 1994. Opportunities and limitations in *Leucaena*. *In* ACIAR Proceedings No. 57. *Leucaena Opportunities and Limitations*. Shelton, M.; Piggin C.M.; Brewbaker, J. (eds). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp, 13-23.

Shelton, H.M.; Brewbaker, J.L. 1995. *Leucaena leucocephala* the most widely used forage tree legume. *In*: Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture. Gutteridge, R.C.;

- Shelton, H.M. (eds.). Department of Agriculture, University of Queensland. St. Lucia, Australia. Pp. 5-29
- Simón, L.; Hernández, M.; Reyes, F.; Sánchez, S. 2005. Efecto de las leguminosas arbóreas en el suelo y en la productividad de los cultivos acompañantes. *Revista Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"* (Cuba). 28:29-45.
- Singh, A.; Sing, S.; Haile, A. 2007. Genetic and environmental factors influencing first lactation part and 305-day milk production in Karan Friesian cattle. *Indian Journal of Animal Sciences* (India). 77:1151-1154
- Soares, C.A.; Campos, J.M.; Valadares, F.S.; Valadares, R.F.; Mendonça, S.; Queiroz, A.C.; Lana, R. 2004. Intake, apparent digestibility, milk production and composition in dairy cows fed with wheat middlings. *Revista Brasileira de Zootecnia* (Brasil). 33:161-169
- Soedjana T., Kristjanson P. y Pezo D. 2002. *Ex post* impact assessment of technological interventions. *In: Pezo, D. (ed.), Research Approaches and Methods for Improving Crop-Animal Systems in South-East Asia. ILRI Training Manual 5.* ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. pp. 163-179.
- Subhash, S.; Kiran, A. 1983. Performance of *Leucaena leucocephala* under arid conditions. *Leucaena Research Reports* (EUA). 4:15-16.
- Tilley, J.; Terry, R. 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *Journal of the British Grassland Society* (United Kingdom). 18: 104-111.
- Tobón, C.J. 1988. Efecto de la suplementación con cuatro niveles de follaje de poró (*Erytrina poeppigiana*) sobre la producción de leche de vaca en pastoreo. Thesis *Mag. Sc.* Turrialba, Costa Rica. CATIE. 72 p.

- Tudsri, S.; Prasanpanich, S.; Swasdiphanich, S. 1998. Milk production from ruzi mixed with leucaena, ruzi alone and ruzi supplemented with *Lablab purpureus*. In: ACIAR Proceedings No.57. Leucaena Opportunities and Limitations. Shelton, M.; Piggin C.M.; Brewbaker, J. (eds.). Canberra, Australia. Editorial Lynch. Pp. 287-290.
- Tudsri, S.; Prasanpanich, S.; Sawadiphanich, P.; Jaripakorn, P.; Iswilanons, S. 2001. Effect of pasture production systems on milk production in the central plains of Thailand. *Tropical Grasslands (Australia)* 35:246-253.
- Urbano, D; Dávila, C; Moreno, P; Castro, F. 2002. Efectos del tipo de pastura y suplementación sobre la producción y calidad de leche en vacas doble propósito. *Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad del Zulia (Venezuela)* 12:524-527.
- Vargas, H.; Elvira, P. 1994. Composición química, digestibilidad y consumo de Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Madre cacao (*Gliricidia sepium*) y Caulote (*Guazuma ulmifolia*) In: Benavides, J.E. (Ed.). *Arboles y Arbustos Forrajeros en América Central*. Vol 1. Serie Técnica, Informe Técnico No 236. Turrialba. C, R. CATIE. Pp. 201-215.
- Wahyuni, S.; Yulianti, W.; Komara, W.; Yates, N. 1982. Comportamiento de Ganado Ongole con dietas de pasto y *Leucaena leucocephala* secada al sol o diferentes proporciones de ambas. *Producción Animal Tropical (México)* 7:292-300.
- Yerena, F.; Ferreiro, H.; Elliott, R.; Godoy, R.; Preston, T. 1978. Digestibilidad de ramón (*Brosimum alicastrum*), *Leucaena leucocephala*, pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), y pulpa y bagazo de henequén (*Agave fourcroydes*). *Producción Animal Tropical (República Dominicana)* 3:70-73.

## **CONCLUSIONES GENERALES**

La utilización de leucaena en sistemas de producción de doble propósito es una alternativa viable para mejorar los índices de producción animal principalmente en la época seca que es cuando se presenta la menor productividad animal, de esta forma, aunque no existan diferencias significantes en calidad de la leche, la presencia de leucaena en asocio con gramíneas no solo aumenta la productividad láctea pues también su presencia en el asocio favorece la disponibilidad y calidad de la gramínea asociada, esto hace que exista una mejor sostenibilidad del sistema reflejándose esto en la tasa interna de retorno.

La mayor productividad por animal, por ható y por unidad de superficie influye en un amplio margen sobre la capacidad de carga reflejado principalmente en las diferencias de carga animal encontradas en el sistema, esto unido a otros beneficios como producción de semillas y las escuelas de campo como una herramienta eficaz utilizada como programa de extensión, despierta el interés de los productores, que aunque existan adversidades como el lento crecimiento de leucaena o problemas de malezas y plagas por otro lado tiene muchos atributos benéficos expresados en productividad y que influyen en los altos niveles de adopción encontrados en el presente estudio.

## **6 RECOMENDACIONES GENERALES**

Cuando se asocia una pastura con leucaena se mejora la dieta del animal no solamente por el mayor contenido proteico que aporta leucaena, pues también influye en la composición del pasto en asocio, sin embargo estos beneficios es muy probable que no se reflejen de la mejor forma en la productividad animal por cuestiones genéticas de los animales, por lo tanto es recomendable que de la misma forma que se mejoran las condiciones nutricionales así también se debe mejorar la genética, así, esos beneficios que leucaena brinda se perciban con mayor escala y esto sirva como una importante herramienta para que los productores conozcan y se convenzan de los beneficios que leucaena brinda y lograr con esto mayores índices de adopción de dicha tecnología.



## 7 ANEXOS

### Anexo 1. Entrevista de toma de decisiones

Nombre del Productor: - \_\_\_\_\_

#### 1. Evento Establecimiento de leucaena.

1.1 Sembró leucaena en su finca? Si \_\_\_ No \_\_\_

Cuadro 1. Cambio de uso de suelo (indicar aquí información sobre la(s) área(s) donde sembró la leucaena)

Antes	Ahora	mz.	Porqué estableció la leucaena en esa área	En que arreglo se estableció la leucaena	Características sobresalientes para el productor del área donde estableció

Cuadro 2. Quien realizó el trabajo? (si fueran dos o mas áreas sembradas así mismo serían dos respuestas en cada caso)

Mano de obra familiar (# de jornales) INCLUYENDO LA DEL PROPIO PRODUCTOR	Si No	Porqué?	Preparación del suelo	Siembra	Fertilización	Control malezas

Mano de obra contratada temporal(#)	i No	Porqué?				
Mano de obra permanente (#)	i No	Porqué?				

Cuadro 3. Quien realizó el trabajo? Para el segundo cambio de uso de suelo (si aplica)

Mano de obra familiar (# de jornales) incluyendo la del propio productor	Si No	Porqué?	Preparación del suelo	Siembra	Fertilización	Control malezas
Mano de obra contratada temporal (#)	Si No	Porqué?				
Mano de obra permanente (#)	Si No	Porqué?				

Cuál es el precio por un día de jornal?

## 2. Evento de siembra

Cuadro 4. gastos de mano de obra en siembra y resiembra

Siembra	N°	Costo del	Total
Tipo de mano de obra (#)	Jornales	jornal	

de jornales) incluyendo la del propio productor			
Resiembra			

2.1 Insumos usados (semilla, insecticida, abono solo o mezclado a la semilla):

2.2 ¿Realizó resiembra? Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

Cuantos jornales?

2.3 Si la respuesta es afirmativa, ¿en que dimensión resebró?

2.4 Si al inicio vaciló en cuanto a sembrar o no, ¿cuales fueron los factores que consideró? (influencia de amigos, inversión, requiere más esfuerzo etc.)

2.5 ¿Porqué eligió dicho tamaño para el establecimiento de leucaena?

2.6 ¿Que limitantes encontró para el establecimiento del leucaena? (disponibilidad de tierra, vocación de la tierra, semilla, mano de obra, alto costo, clima, plagas)

2.7 ¿Quienes participaron en la decisión?

2.8 ¿Qué factores tomó en cuenta para la siembra?

Establecimiento de la época lluviosa \_\_\_\_\_

Disponibilidad de insumos \_\_\_\_\_

Disponibilidad de mano de obra \_\_\_\_\_

Alguna fecha especifica \_\_\_ (cual?) \_\_\_\_\_

Otros \_\_\_\_\_(especificar)\_\_\_\_\_

2.9 ¿Cómo estableció la plantación de leucaena y por qué?

Mecanizado \_\_\_\_\_

Manual \_\_\_\_\_

2.10 ¿Cuándo abonó? \_\_\_\_\_

2.11 ¿Con qué abonó y por qué, qué tomó en cuenta?

Químico \_\_\_\_\_

Orgánico \_\_\_\_\_

Mixto \_\_\_\_\_

Otro \_\_\_\_\_

2.12 ¿Está asociada su leucaena?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

¿Con qué?

¿Porque se decidió asociarla?

Desde cuando tiene tal asocio?

Desde el principio

Posterior al establecimiento de leucaena

Ha habido algún cambio en el asocio a lo largo del tiempo?

Que arreglo tiene su área de leucaena? (sencillo, doble surco)

¿que distanciamiento entre surcos?

¿distanciamiento entre plantas?

¿Porqué se decidió por dicho arreglo?

2.14 ¿Cual es la extensión actual de leucaena?

Ha ampliado el área de leucaena? SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Si la respuesta es NO, porqué? \_\_\_\_\_

2.15 ¿Piensa expandir la extensión sembrada de leucaena en los próximos dos años?

Si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_

2.16 ¿Cuánto más?

La mitad de lo que hay \_\_\_\_\_ El doble \_\_\_\_\_ el triple \_\_\_\_\_ más \_\_\_\_\_

2.17 A mediano o largo plazo, ¿estaría usted dispuesto a implementar este sistema de manera que sus vacas tengan acceso a la leucaena todos los días?

Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

Si la respuesta es sí, habrá algún factor que le limite hacerlo?

Si la respuesta es NO, Porqué?

2.18 Si hubiera disponibilidad de créditos a largo plazo, cambiaría su punto de vista?

2.19 Cree Ud. estar preparado para establecer más áreas de leucaena o necesita más asistencia técnica para su establecimiento y manejo?

2.20 Sobre qué aspectos de establecimiento y manejo de leucaena quisiera aprender más?

### 3. Evento: manejo posterior a la siembra

¿Que prácticas realiza?

Cuadro 5. prácticas realizadas posterior al establecimiento

	Frecuencia	Insumos	Mano de obra (jornales)	Costos(incluyendo la del propio productor)
Control de malezas				
Control de plagas				
Fertilización				
podas				
Cerco				
Otro				
_____				

3.2Cuál ha sido el principal problema durante el establecimiento?

Malezas \_\_\_ Hormigas \_\_\_ vacas, ovejos o caballos \_\_\_\_\_ sequía \_\_\_\_\_  
otro (especificar)\_\_\_\_\_

### 4. Evento Control de maleza

Prácticas realizadas

Cuadro 6. Prácticas realizadas para control de malezas

Frecuencia	Insumos	Costos	Mano de obra
------------	---------	--------	--------------

(jornales) (incluyendo  
la del propio productor)

Control  
manual  
Control  
químico  
Control  
biológico  
Mixto  
(especificar)

Otro  
(especificar)

4.1 ¿Necesita realizar control de maleza? Si: \_\_\_\_\_ No: \_\_\_\_\_

4.2 Factores que toma en cuenta para realizar el control de maleza en área con leucaena  
:

4.3 En que época lo realiza?  
invierno/verano \_\_\_\_\_ Porqué? (especificar el mes)? (tipo de maleza en invierno  
y tipo de maleza en verano si fueran diferentes)

4.4 ¿Esta actividad la realiza en conjunto con otras actividades?

#### Cuadro 7. Métodos utilizados para control de malezas

Método utiliza	que toma cuenta	Factores que toma para	en la determinado	Razón por la que utiliza	Forma de aplicación	Tipo de maleza más frecuente
-------------------	-----------------------	---------------------------------	-------------------------	--------------------------------	------------------------	--

utilizar el método método

(nombre de las malezas).

Manual

Químico (indicar si es selectivo)

Biológico

Combinado (especificar)

Cuadro 8. Costos y uso de herbicida

Tipo de herbicida	Precio por l/mz.	Otros gastos	Cant. l/mz	Cant. gl/mz



4.6 ¿Quién realiza el control de maleza?

Cuadro 9. Quien realiza el control de malezas

Actividad	Tipo de mano de obra (familiar, contratada, permanente)	Porque	Cant. M.O	Cuantos días

4.5 ¿Ah tenido problemas por presencia de plagas? Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_

4.6 Tuvo pérdidas de plantas por ataque de plagas?

4.7 Con cual? (si la respuesta fue afirmativa)

4.8 Forma de control que ha utilizado

Cuadro 10. control de plagas

Plagas	Tipo de mano de obra (familiar, contratada, permanente)	Porque	Cant. M.O	Cuantos días

5. Evento de aprovechamiento

5.1 ¿Cómo decidió cuando aprovecharlo?

Altura, tiempo u otro (especificar)

---

Mano de obra \_\_\_\_\_

Necesidad de alimento

Otro \_\_\_\_\_

5.2 Como lo aprovecha:

a) corte / acarreo

b) pastoreo

porque su elección (costos, practicidad, etc).

5.3 ¿Que tipo de animales destina para que consuman el follaje?

5.4 ¿El principal uso que le da a su leucaena es para alimentación animal?

5.5 ¿Que otro uso le da a leucaena?

Producción de semillas \_\_\_\_\_

Producción de leña \_\_\_\_\_

Producción de postes \_\_\_\_\_

Cerca viva \_\_\_\_\_

Árbol de sombra \_\_\_\_\_

Otro (especificar) \_\_\_\_\_

5.6 ¿Si contara con ganado tipo carne, ¿usaría esta tecnología?

## 6. Inversión

6.1 ¿Hubiera invertido en leucaena si no tuviera el apoyo del proyecto, Por qué?

Si \_\_\_\_\_, Por qué \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_, Por qué \_\_\_\_\_

6.2 Cuánto hubiera sembrado?

6.3 ¿Estaría dispuesto a invertir más tiempo y dinero en ampliar el cultivo de leucaena?

Si \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

6.4 ¿De donde adquiriría el recurso económico?

---

---

6.5 ¿Qué ventajas esperaba obtener con la introducción de leucaena?

¿Aumentar la disponibilidad de alimento animal?

¿Mayor producción de leche?

c) Mejor condición de los animales?

6.6 ¿Ha obtenido algún beneficio con leucaena que no esperaba?

## **Anexo 2. Generalidades del manejo de los potreros**

### **FINCA 1. ÁLVARO SOLARES**

El tamaño del hato fue alrededor de 50 vacas en producción. Los animales pastorean en un potrero de pastura natural de 27 hectáreas y en 8 potreros de pasturas mejorada con *Brachiaria brizantha*, el periodo de ocupación de cada potrero es de uno a tres días de acuerdo a la disponibilidad de la pastura lo cual es monitoreado de forma visual. los animales ingresan al banco aproximadamente cada 25 días permaneciendo por lo regular tres días en cada ciclo. El control de malezas es de acuerdo a la presencia de las mismas y de forma manual y química. No se practica fertilización, ni suplementación con melaza o concentrado, la alimentación está basada en pastos y leucaena.

### **FINCA 2. JUAN RAMÍREZ**

El tamaño del hato fue alrededor de 19 vacas en producción. Los animales pastorean en cuatro potreros de pasturas naturales, con extensión que entre 7.1 y 11.3 hectáreas, permanecen siete días en cada potrero, cada 28 días ingresaban al banco de leucaena por un tiempo variable de dos a cuatro días. El control de malezas fue de acuerdo a la cobertura de las mismas a base de control manual y uso de herbicidas, no se practica fertilización, no se da suplemento nutricional, la alimentación es a base de leucaena y pasto.

### **FINCA 3. BASILIO CARDONA**

El tamaño del hato fue alrededor de 20 vacas en producción variando al igual que en los casos anterior de acuerdo al ingreso de nuevas vacas lactantes y salida de vacas en su curva final de lactancia. Los animales pastorearon en tres potreros con pasturas mejoradas en estado de degradación con un área entre 10.1 y 13.5 hectáreas, el periodo de ocupación andaba alrededor de ocho días, ingresaban al banco de leucaena sin un control plenamente definido con ingreso variable de dos a cinco días. El control de malezas se realizaba de forma química y manual y

la frecuencia era según la cobertura de las malezas. No se practicó fertilización, tampoco se daba suplemento adicional a los animales, la base de la nutrición era pasto y acceso a leucaena de la forma indicada.