

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE ENSEÑANZA  
AREA DE POSGRADO

EFFECTO DE LA PODA Y LA FERTILIZACION ORGANICA SOBRE LA PRODUCCION  
Y CALIDAD NUTRITIVA DE AMAPOLA (*Malvaviscus arboreus*) Y SU  
UTILIZACION COMO SUPLEMENTO EN CABRAS LACTANTES.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico de Postgrado  
y Capacitación del programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y  
Recursos Naturales del Centro Agronomico Tropical de  
Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

*Magister Scientiae*

por

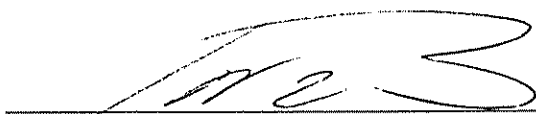
ZENON GERARDO LOPEZ TECPOYOTL

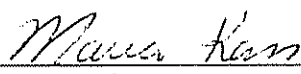
Turrialba, Costa Rica  
1 9 9 3


Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:


*MAGISTER SCIENTIAE*

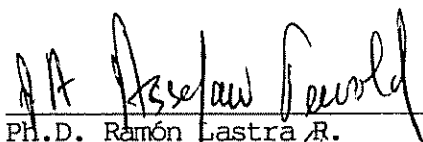
FIRMANTES:

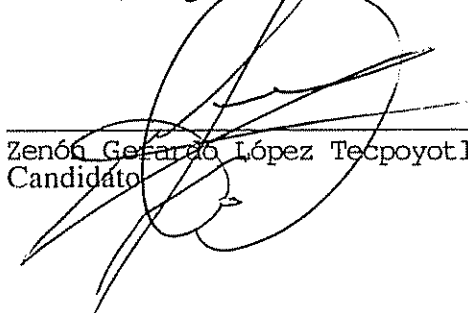
  
M.Sc. Jorge E. Benavides G.  
Profesor Consejero

  
Ph. D. María Kass  
Miembro Comité Asesor

  
M.Sc. Jorge Faustino M.  
Miembro Comité Asesor

  
Ph.D. Assefaw Tewolde  
Jefe, Area de Postgrado

  
Ph.D. Ramón Lastra R.  
Director, Programa de Enseñanza

  
Zenón Gerardo López Tecpoyotl  
Candidato

## DEDICATORIA

A mi hijo Gerardo, principal  
motivo de mi superación

A Martha por tenerme paciencia y  
brindarme siempre amor y cariño

A mis padres Amparo (q.e.p.d) e Ismael  
por haberme enseñado que el estudio es  
la mejor herencia de la vida

A mis hermanos Rolando y Alejandra

A todos los descendientes de las  
familias López Tototzintle,  
Tecpoyotl García y Cuautli Blanca

iii      A G R A D E C I M I E N T O S

Al Mag. Sc. Jorge Benavides, Profesor Consejero por compartir sus conocimientos y por la gran amistad que me brindó.

A la Dra. Maria Kass y Mag. Sc. Jorge Faustino miembros de mi comite asesor por sus valiosas sugerencias.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México por el apoyo económico brindado para la realización de mis estudios.

Al Colegio de Postgraduados por darme la oportunidad de continuar con mi formación académica.

Al Dr. Alfonso Macías L. y M.C. Mauricio Mora P. por el apoyo y confianza que en mí tuvieron.

A las familias Brenes Gámez y Brenes Esquivel por su valiosa ayuda desde el primer día de mi llegada a Costa Rica.

A Salvador Hernández por brindarme apoyo cuando más lo necesitaba.

A la Dra. Tannia Ammour por la ayuda brindada en el análisis económico.

A Frank López y M.Sc. Gerardo Rodríguez por el apoyo brindado en fase de laboratorio.

A Macario Fuentes, Minor, Jaime, Paco y Don Nano por el apoyo brindado en trabajo de campo.

A todos mis compañeros de promoción por haberme permitido compartir con ellos momentos inolvidables.

#### iv BIOGRAFIA

El autor nació el 23 de junio de 1957 en Puebla, México. Sus estudios primarios y secundarios los realizó en el Centro Escolar Presidente Licenciado Miguel Alemán de Cholula, Puebla. Los estudios de preparatoria y licenciatura los realizó en la Universidad Autónoma de Puebla donde se graduó como Médico Veterinario Zootecnista en Diciembre de 1982.

Entre 1984 y 1985 fungió como gerente de la planta de alimentos balanceados en el Complejo Agroindustrial de San Francisco, Nayarit. México.

Desde 1987 a 1991 trabajó como Investigador Pecuario en el Centro de Enseñanza, Investigación y Capacitación para el Desarrollo Agrícola Regional del Colegio de Postgraduados en Puebla, México. En Septiembre de 1991 ingresó al Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza donde obtuvo el grado de Magister Scientiae en Octubre de 1993.

## V. INDICE GENERAL

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
BIOGRAFIA.....	v
INDICE GENERAL.....	vi
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
LISTA DE CUADROS.....	xiii
LISTA DE FIGURAS.....	xx
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	2
2.1. Generalidades.....	2
2.2. Los árboles y arbustos como fuente de alimentación para rumiantes.....	5
2.2.1 Generalidades.....	5
2.2.2. Producción de biomasa.....	6
2.2.3. Valor nutritivo.....	8
2.3. Respuesta animal con árboles y arbustos forrajeros.	12
2.3.1. Consumo.....	12
2.3.2. Ganancia de peso y producción de leche.....	13
2.4. La Amapola ( <i>Malvaviscus arboreus</i> ).....	14
2.4.1 Características generales.....	14
2.4.2 Características bromatológicas.....	15
2.5. La materia orgánica en el suelo.....	16

3. MATERIALES Y METODOS .....	18
3.1 Localización y características generales del área experimental.....	18
3.2 Efecto de la frecuencia de poda y la fertilización sobre la producción y calidad de la biomasa de Amapola.	18
3.2.1 Unidad experimental.....	18
3.2.2 Manejo de la plantación.....	20
3.2.3 Tratamientos.....	21
3.2.4 Diseño experimental.....	21
3.2.5 Producción de nutrientes.....	22
3.2.6 En el suelo.....	22
3.2.7 Análisis estadístico de los datos.....	23
3.3. Efecto de la suplementación con follaje de Amapola sobre la producción de leche de cabras.....	24
3.3.1. Animales y manejo.....	24
3.3.2. Alimentación y manejo del experimento.....	24
3.3.3. Tratamientos y diseño experimental.....	26
3.3.4. Variables medidas.....	27
3.3.5. Análisis estadístico de los datos.....	27
3.4. Análisis económico.	28
4. RESULTADOS Y DISCUSION	29
4.1 Efecto de la frecuencia de poda y la fertilización orgánica sobre la producción y calidad de biomasa de Amapola.....	29
4.1.1. Materia seca, proteína y digestibilidad...	29
4.1.2. Composición del follaje.....	33
4.1.3. Producción de materia seca.....	36
4.1.4. Producción de proteína y materia seca digestible.	39
4.1.5. Suelo.....	40
4.1.6. Eficiencia de la fertilización.....	42
4.2 Efecto de la suplementación con Amapola sobre la producción de leche en cabras.....	44
4.2.1. Calidad del alimento ofrecido.....	44

4.2.2. Consumo de materia seca, proteína cruda y materia seca digestible.....	45
4.2.3. Relación proteína cruda/energía digestible...	51
4.2.4. Producción y calidad de la leche.....	52
4.2.5. Eficiencia de utilización de los alimentos.....	56
4.2.6. Balance alimentario.....	58
4.3. Análisis económico.....	59
5. CONCLUSIONES.....	63
6. RECOMENDACIONES.....	64
7. LITERATURA CONSULTADA.....	66
8. ANEXO.....	79



## RESUMEN

LOPEZ T., Z.G. 1993. Efecto de poda y fertilización orgánica sobre la producción y calidad nutritiva de Amapola (*Malvaviscus arboreus*) y su utilización como suplemento en cabras lactantes.

**Palabras clave:** Agroforestería, Amapola, producción de biomasa, fertilización orgánica, podas, consumo, producción de leche, cabras.

El presente trabajo estuvo dividido en dos experimentos que se llevaron a cabo en la Unidad de Arboles forrajeros y Rumiantes menores de la Estación Experimental del Área de Ganadería Tropical del CATIE, en Turrialba, Costa Rica. El objetivo fue valorar el potencial forrajero de la Amapola en términos agronómicos y de respuesta animal, y determinar los factores que influyen en la producción. En el primer experimento se evaluó el efecto de poda y niveles de fertilización orgánica sobre la producción de biomasa y valor nutritivo de la Amapola. Se utilizó un diseño en parcelas divididas con dos frecuencias de poda (3 y 4 meses) y cuatro niveles de fertilización más un testigo. Las variables evaluadas fueron: Contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC); digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS); producción de biomasa total, comestible y digestible (MSD) de hojas (H), tallos tiernos (TT) y tallos leñosos (TL).

Los resultados muestran que a mayor tiempo entre poda solo hubo diferencias en el contenido de MS del TL, y un ligero aumento de este parámetro en H y TT. La frecuencia de poda no afectó significativamente el contenido de PC de H y TT, aunque con poda cada tres meses aumentaron ligeramente. El efecto de la adición de diferentes niveles de estiércol sobre el contenido de proteína cruda de H y TT no mostró diferencias significativas. Al usar  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  los valores de PC y DIVMS de estos componentes fueron mayores que con el uso de estiércol. Los valores de DIVMS de TT fueron superiores a los de H. A menor tiempo entre podas se observó un aumento de la porción comestible (H y TT) y una disminución de la porción leñosa. Tanto la proporción de H como de TT y TL no se vieron afectados por el estiércol ni por el  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$ . Con poda cada 4 meses se obtuvo una mayor producción de MS total por el aumento de la porción leñosa. El estiércol ejerció un ligero efecto positivo sobre la producción de H, TL, MS total y biomasa comestible. La producción de MS de biomasa total y biomasa comestible obtenida con  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  fue superior que la obtenida con estiércol. La producción de PC y MSD fue mayor con el uso de  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  que con el mayor nivel de abono. Los análisis de suelo mostraron una fertilidad de mediana a baja. Para la eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado se obtuvo una recuperación del 15,5%.

En el segundo experimento, se evaluó el efecto de la suplementación con follaje de Amapola sobre la producción de

leche en cabras con una dieta a base de pasto. Para ello se utilizó un diseño de sobrecambio dispuesto como cuadrado latino. Se utilizaron 8 cabras las cuales se distribuyeron en dos cuadrados de acuerdo a la etapa de lactación (temprana y avanzada). La duración del experimento fue de 60 días. Cada cuadrado se dividió en 4 períodos de 15 días cada uno y 4 niveles de Amapola (1,2,3 y 4% de peso vivo). Los primeros 10 días de cada período fueron de adaptación a la dieta y los restantes 5 días, para la toma de datos. Los alimentos utilizados fueron pasto King grass y follaje de Amapola. Las variables evaluadas fueron en  $\text{kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ : Consumo de MS total, consumo de MS de pasto, consumo total de MS (% del peso vivo), consumo de PC ( $\text{grs animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), consumo de energía digestible ( $\text{mcal animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ), producción de leche ( $\text{Kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ ,  $\text{kg de leche kg MS}^{-1}$  consumidos,  $\text{kg de leche kg PC}^{-1}$  consumida,  $\text{kg de leche Kg MSD}^{-1}$  consumida).

Se detectó un nivel de consumo similar entre los dos grupos de cabras, con un ligero aumento en el grupo de lactancia temprana. Se observó un efecto aditivo y significativo del consumo total de MS por efecto del incremento en el nivel de suplementación con follaje de Amapola. Por otra parte también se observó un fuerte efecto sustitutivo del consumo de Amapola sobre el consumo de MS del pasto. Efectos sustitutivos similares sobre el consumo de PC y MSD del pasto al incrementar el consumo de Amapola y un mayor efecto aditivo sobre los consumos de PC y MSD total. La producción de leche aumentó significativamente a medida que se incremento el nivel de suplementación con Amapola. No se detectaron diferencias significativas en los niveles de solidos totales y proteína de la leche, aunque se observó un ligero incremento en ambos casos. Los animales de lactancia temprana y avanzada presentaron similar nivel de grasa. No se observaron diferencias para el consumo de MS por unidad de producción de leche. Solo se observo una mayor eficiencia en el grupo de cabras de lactancia temprana.

En base a los resultados obtenidos se concluye que, el follaje de Amapola presenta características bromatológicas que permiten su utilización en la dieta de rumiantes, constituyendo una alternativa suplementaria protéica de bajo costo para cabras alimentadas con una dieta basal de pasto.

LOPEZ T., Z.G. 1993. Effect of pruning and organic fertilization on Amapola (*Malvaviscus arboreus*) production and nutritional quality and its utilization as a feed supplement for lactating goats.

**Key words:** Agroforestry, Amapola, organic fertilization, pruning, biomass yield, intake, milk production, digestible dry material, goats.

#### SUMMARY

This study was divided in two experiments which were conducted in the Forrage Trees and Small Ruminants Department of CATIE's Tropical Cattle Experimental Station in Turrialba, Costa Rica. Its objective was to evaluate the forrage potential of Amapola in agronomical and animal response terms, and determine those factors which influence production. The effect of pruning and organic fertilization levels on biomass production and nutritional value of Amapola was evaluated in the first experiment. A divided plot design was used with two pruning frequencies (3 and 4 months) and four fertilization levels plus a control. The variables evaluated were: Dry material content (DM), leaves (L), tender stems (TS), and woody stems (WS), crude protein (CP) of leaves and tender stems, in vitro digestibility of dry material (IVDMD) of leaves and tender stems, total biomass production and edible biomass, and digestible dry material production (DDM) of leaves and tender stems.

Results showed that, at longer intervals between prunings, there were only differences in DM content of WS, and a slight increase of this parameter in L and TS. Pruning frequency did not affect CP contents of L and TS, even though prunings every three months caused these to increase slightly. The affect of the addition of different levels of manure on the crude protein content of L and TS did not show significant differences. When NH<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub> was used, C P and IVDMD values for these components were greater than with manure. IVDMD and TS values were superior to those of L because of thr pruning effect as well as manure addition. An increase of the edible portion (L and TS) and a decrease of the woody portion was observed at less time between prunings. The proportion of L as well as that of TS and WS was not affected by manure nor by NH<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub>. A greater total DM production per woody portion was obtained with prunings every four months. Manure exercised a slightly positive effect on L, WS, total DM and edible biomass production. Production of DM, of total biomass and edible biomass obtained with NH<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub> was greater than that obtained with manure. CP and DDM production was greater using NH<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub> than with the best fertilizer level. Soil analyses showed low to medium fertility. A recuperation of 15.5% of nitrogen applied was obtained for the utilization efficiency.

The effect of Amapola foliage supplementation on milk production in goats on a grass diet was evaluated. A changeover

design arranged as a Latin square was used. Eight goats distributed in two squares according to their lactation stage (early and advanced) were used. The experiment lasted 60 days. Each square was divided into four 15-day periods, and four levels of Amapola (1, 2, 3, and 4% of live weight). The first 10 days of each period were for adaptation to the diet and the other five days were for data collection. King grass and Amapola foliage were used as feed. The variables evaluated were: total consumption of DM ( $\text{kg animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ), grass DM consumption ( $\text{kg animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ), total DM consumption (% of live weight), CP consumption ( $\text{g animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ), DDM or digestible energy consumption ( $\text{mcal animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ), milk production ( $\text{kg animal}^{-1} \text{ day}^{-1}$ ), kg of milk ( $\text{kg DM}^{-1}$  consumed), kg of milk  $\text{kg CP}^{-1}$  consumed, kg of milk  $\text{kg DDM}^{-1}$  consumed.

A similar consumption level between both groups of goats was detected, with a slight increase in the early lactancy group. An additive and significant effect of total DM consumed was observed as an effect of the increase of the level of supplementation with Amapola foliage. A strong substitutive effect of Amapola consumption was also observed on grass DM consumption. Similar substitutive effects were observed in grass CP and DDM consumption when Amapola consumption increased as well as a better additive effect on total CP and DDM consumption. Milk production increased significantly when Amapola supplementation levels increased. No significant differences in levels of total solids and milk protein were detected only an increase in both cases. Levels of early and advanced lactancy showed similar milk fat levels. No differences for DM consumption per milk production unit were observed. However, a greater efficiency in the early lactancy group of goats was seen.

Based on results obtained, we can conclude that Amapola foliage shows bromothological characteristics which permit its utilization in ruminants' diets, and is a low cost alternative protein supplement for goats fed a grass-based diet.

## L I S T A   D E   C U A D R O S

	Página
Cuadro 1. Composición bromatológica del follaje de algunas especies de árboles y arbustos utilizados en la alimentación de cabras en América Central.....	8
Cuadro 2. Efecto de la frecuencia de poda sobre la calidad nutritiva de los componentes de la biomasa de Morera.	11
Cuadro 3. Contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) de hoja y tallo tierno de Morera según nivel de estiércol en el suelo.....	11
Cuadro 4. Contenido de materia seca (MS) de los componentes de la biomasa de Amapola según frecuencia de poda....	29
Cuadro 5. Contenido de materia seca de los componentes de la biomasa de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.....	30
Cuadro 6. Contenido de proteína cruda (PC) del follaje, digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) de hoja y tallo tierno de Amapola según frecuencia de poda..	31
Cuadro 7. Contenido de proteína cruda del follaje de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.....	31
Cuadro 8. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) de hoja y tallo tierno de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.....	32
Cuadro 9. Contenido de taninos y polifenoles solubles en hoja y tallo tierno de Amapola según frecuencia de poda.....	35
Cuadro 10. Proporción de los componentes de la biomasa de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo....	35
Cuadro 11. Materia seca producida por componente de la biomasa de Amapola según frecuencia de poda.....	37

Cuadro 12. Materia seca producida por componente de la biomasa de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo....	37
Cuadro 13. Proteína cruda y materia seca digestible (MSD) producidas de hoja, tallo tierno y total de Amapola según frecuencia de poda.....	39
Cuadro 14. Producción de proteína cruda de hoja, tallo tierno y total de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.....	41
Cuadro 15. Producción de materia seca digestible de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.....	41
Cuadro 16-1. Contenido de minerales en el muestreo inicial de los suelos del experimento.....	41
Cuadro 16-2. Acidez y contenido de materia orgánica en el muestreo inicial de los suelos del experimento.....	42
Cuadro 17. Análisis químico del estiércol de cabra aplicado en el experimento de producción de biomasa de Amapola..	43
Cuadro 18. Contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC) y digestibilidad <i>in vitro</i> de la materia seca (DIVMS) del pasto y la Amapola ofrecidos.....	44
Cuadro 19. Contenido de proteína cruda y energía digestible de la dieta de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.....	46
Cuadro 20. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de materia seca (MS) total y pasto en cabras lecheras.....	47
Cuadro 21. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de materia seca (MS) total y pasto en cabras lecheras estabuladas.....	47
Cuadro 22. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de proteína cruda (PC) total y de pasto en cabras lecheras.....	50

Cuadro 23. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de materia seca digestible total y de pasto en cabras lecheras.....	51
Cuadro 24. Relación entre el consumo de proteína cruda y el de energía digestible (g/mcal) en cabras lactantes alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de hoja de Amapola.....	52
Cuadro 25. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche.....	56
Cuadro 26. Relación del consumo de materia seca (MS) total, energía digestible (ED) y proteína cruda (PC) con la producción de leche en cabras suplementadas con Amapola.	57
Cuadro 27. Peso vivo final (kg) de cabras lactantes alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de hojas de Amapola.....	57
Cuadro 28. Balance alimentario de proteína y energía digestible de acuerdo a los datos de consumo, producción de leche y de grasa de cabras suplementadas con Amapola.	58
Cuadro 29. Costo de la Amapola (materia seca) puesta en el comedero.....	60
Cuadro 30. Costo de pasto king grass (materia seca) puesta en el comedero.....	61
Cuadro 31. Análisis de margen bruto para los diferentes tratamientos.....	62
Cuadro 32. Análisis de margen bruto para los diferentes tratamientos con el precio de leche de vaca.....	63

LISTA DE CUADROS EN EL APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza de la materia seca de la hoja de Amapola.....	81
Cuadro 2A. Análisis de varianza de la materia seca de tallo tierno de Amapola.....	81
Cuadro 3A. Análisis de varianza de la materia seca de tallo leñoso de Amapola.....	81
Cuadro 4A. Análisis de covarianza de materia seca total de Amapola.....	82
Cuadro 5A. Análisis de covarianza de hoja total de Amapola..	82
Cuadro 6A. Análisis de covarianza de tallo tierno total de Amapola.....	82
Cuadro 7A. Análisis de covarianza de biomasa comestible de Amapola.....	83
Cuadro 8A. Análisis de covarianza de tallo leñoso de Amapola.	83
Cuadro 9A. Análisis de covarianza de la proporción de hoja de Amapola.....	83
Cuadro 10A. Análisis de covarianza de la proporción de tallo tierno de Amapola.....	84
Cuadro 11A. Análisis de covarianza de la proporción comestible de Amapola.....	84
Cuadro 12A. Análisis de covarianza de la proporción de tallo leñoso de Amapola.....	84
Cuadro 13A. Análisis de covarianza de proteína cruda de hoja de Amapola.....	85
Cuadro 14A. Análisis de covarianza de proteína cruda de tallo tierno de Amapola.....	85



Cuadro 15A. Análisis de covarianza de digestibilidad <i>in vitro</i> de la hoja de Amapola de Amapola.....	85
Cuadro 16A. Análisis de covarianza de digestibilidad <i>in vitro</i> de tallo tierno de Amapola.....	86
Cuadro 17A. Análisis de covarianza de producción de proteína de hoja de Amapola.....	86
Cuadro 18A. Análisis de covarianza de producción de proteína de tallo tierno de Amapola.....	86
Cuadro 19A. Análisis de covarianza de producción de proteína total de Amapola.....	87
Cuadro 20A. Análisis de covarianza de materia seca digestible de hoja de Amapola.....	87
Cuadro 21A. Análisis de covarianza de materia seca digestible de tallo tierno de Amapola.....	87
Cuadro 22A. Análisis de covarianza de materia seca digestible total de Amapola.....	88
Cuadro 23A. Análisis de varianza para consumo de materia seca de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola..	88
Cuadro 24A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca total en cabras lecheras suplementadas con Amapola.	88
Cuadro 25A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca digestible de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	89
Cuadro 26A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca seca digestible total en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	89
Cuadro 27A. Análisis de varianza para el consumo de proteína cruda de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	89

Cuadro 28A. Análisis de varianza para el consumo de proteína cruda total consumida en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	90
Cuadro 29A. Análisis de varianza para el peso final de cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	90
Cuadro 30A. Análisis de varianza para el consumo total (% PV) en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	90
Cuadro 31A. Análisis de varianza para el consumo de pasto (%P.V.) en cabras lecheras suplementadas con Amapola..	91
Cuadro 32A. Análisis de varianza para producción de leche en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.....	91
Cuadro 33A. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa de la leche en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.....	91
Cuadro 34A. Análisis de varianza para el porcentaje de proteína de la leche en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.....	92
Cuadro 35A. Análisis de varianza para el porcentaje sólidos totales de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.....	92
Cuadro 36A. Análisis de varianza para la energía digestible/kg de materia seca consumida de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	92
Cuadro 37A. Análisis de varianza para la energía digestible/kg de materia seca consumida total en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	93
Cuadro 38A. Análisis de varianza para el consumo de energía digestible de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	93

Cuadro 39A. Análisis de varianza para el consumo total de energía digestible en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	93
Cuadro 40A. Análisis de varianza. Relación proteína/energía digestible en cabras lecheras estabuladas.....	94
Cuadro 41A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca total/kg de leche en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	94
Cuadro 42A. Análisis de varianza para el consumo de proteína cruda/kg de leche producido en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	94
Cuadro 43A. Análisis de varianza para el consumo total de energía digestible/kg de leche producida en cabras lecheras suplementadas con Amapola.....	95

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Datos promedio de temperatura y precipitación....	19
Figura 2. Esquema del diseño experimental utilizado en el experimento de consumo de Amapola.....	26
Figura 3. Efecto de la frecuencia de poda sobre la producción de biomasa comestible de Amapola.....	34
Figura 4. Efecto de la aplicación de estiércol sobre la producción de biomasa comestible y total de Amapola...	38
Figura 5. Efecto del consumo de diferentes niveles de Amapola sobre el consumo total y de pasto (kg MS/an/día en cabras lactantes.....	49
Figura 6. Efecto del consumo de Amapola sobre el consumo total (%PV) y de pasto en cabras lactantes.....	49
Figura 7. Producción de leche en cabras alimentadas con diferentes niveles de Amapola....	53
Figura 8. Efecto del consumo de diferentes niveles de Amapola sobre la producción de leche en cabras con lactancia reciente y avanzada.....	55

## 1. INTRODUCCION

La producción de alimentos en sistemas altamente tecnificados, utilizando elevadas cantidades de insumos energéticos ha ocasionado un "costo ambiental" que se refleja en la degradación de los suelos, la contaminación y desequilibrio de las poblaciones vegetales y animales. El desafío, para el sector agropecuario en los años venideros, es lograr un desarrollo acelerado y sostenido de la agricultura; y que se conseguirá en la medida que las estrategias de producción sean congruentes con el uso racional de los recursos naturales.

En tal sentido, el uso adecuado de la tierra mediante prácticas agroforestales, es una opción racional para contribuir a la producción de alimentos, fibras y madera mediante una tecnología sencilla y de bajo costo. Dichas prácticas combinan árboles forestales con cultivos agrícolas, pasturas ó ganado, en el espacio y en el tiempo, en una asociación simultánea o escalonada. En este contexto, el visualizar a la actividad ganadera en sistemas agroforestales, constituye un enfoque necesario en la investigación y capacitación para el desarrollo pecuario de los trópicos (Pezo, 1991).

La ganadería puede tener un desarrollo económico sostenible en la medida que haga un uso eficiente, diversificado y racional de los recursos naturales. La eficiencia se centra no sólo en los volúmenes producidos por un determinado sistema productivo, sino también en la capacidad de mantenerlos por largo tiempo y, sobre todo, en su habilidad para utilizar los recursos de la naturaleza sin desperdiciarlos o destruirlos. El follaje de varias especies arbóreas y arbustivas que existen en las fincas, representa una alternativa como suplemento alimentario, al pasto, para los rumiantes en las regiones tropicales. Sin embargo, antes de iniciar la difusión de estas especies se hace necesario llevar a cabo investigaciones que deben de abarcar objetivos que contemplen

desde aspectos fisiológico-productivos de la planta hasta, estudios relacionados con la respuesta que el animal tiene cuando le es suministrado este tipo de forrajes.

Una de las especies arbustivas que ha mostrado, en forma preliminar, buenas características forrajeras es la Amapola (*Malvaviscus arboreus*). Los datos obtenidos en el laboratorio señalan un elevado contenido de proteína cruda y buena digestibilidad *in vitro* de la materia seca. Así mismo en producción de leche se ha observado una buena respuesta en consumo y producción usando este follaje.

Con base en lo anterior se plantearon los siguientes objetivos.

-Desarrollar un sistema de manejo que permita valorar el potencial forrajero de la Amapola en términos agronómicos y de respuesta animal.

-Generar información que permita identificar los factores determinantes en la sostenibilidad económica y físico-biológica, de la producción de follaje de Amapola.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades

En las fincas pequeñas de América Tropical, el volumen y calidad de biomasa utilizada tradicionalmente para alimentar rumiantes, son limitados y afectados por factores climáticos adversos; por la escasa superficie para la producción; por la existencia de técnicas inapropiadas del uso de la tierra y por las dificultades de acceso a alternativas de producción adecuadas. (Benavides, 1986). Así mismo, son determinantes las restricciones de mano de obra y de capital imperantes en la mayoría de estas fincas. Por otra parte en el trópico americano, existen recursos potencialmente útiles para la alimentación de rumiantes y que actualmente son sub-utilizados. Entre ellos,

destaca el follaje de numerosas especies de árboles y arbustos y que es tradicionalmente utilizado por los productores (Benavides, 1989).

El grado de deterioro ambiental provocado por la deforestación y por muchas de las prácticas agrícolas tradicionales, implica la necesidad de desarrollar nuevos métodos de producción que permitan un uso más racional y sostenido de los recursos naturales. En tal sentido, la incorporación de especies arbóreas y arbustivas en los sistemas de producción animal, puede constituirse en una alternativa viable para mejorar el uso actual de la tierra y a su vez, la dieta utilizada para los rumiantes. Maydell (1983), afirma que cualquier combinación de agricultura, ganadería y actividades forestales, tiene que resolver cinco metas prioritarias por medio de los programas de desarrollo rural. Estas metas son: i) Mejorar el suministro de alimentos para las personas; ii) Garantizar el suministro de energía; iii) Asegurar el suministro de materia prima; iv) Generar efectos positivos en el medio ambiente y; v) Mejorar las condiciones socio-económicas.

En cuanto a las cabras se menciona que, en las poblaciones humanas con recursos limitados y donde existen problemas de alimentación, esta especie puede jugar un papel importante como alternativa para mejorar la cantidad y calidad de la dieta. Las cabras pueden producir leche y carne a bajo costo para el consumo familiar, convirtiéndose en una alternativa para incrementar el consumo de proteína y energía en la dieta de las familias que viven en el medio rural latinoamericano (Castro 1990).

El programa de investigación en Árboles Forrajeros y Rumiantes Menores del CATIE, ha generado alternativas bajo el principio de aprovechamiento de los recursos locales. El programa a realizado trabajos de identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina predominantes en America Central (Arias, 1986; Tejada, 1990; Navarro,198; Abreu, 1990), y ha

enfaticado en el papel de las especies leñosas en la alimentación de cabras. En tal sentido, se ha evaluado la calidad nutritiva de las especies arbóreas y arbustivas de uso más frecuente, en términos de su contenido de nutrimentos, respuesta animal y manejo agronómico. El propósito es el de mejorar la dieta de los animales y el de valorizar las especies leñosas como fuente alimenticia. Así mismo, se pretende con ello la sustitución adecuada de productos importados para la alimentación de animales, por productos de bajo costo disponibles en las fincas.

El empleo de técnicas de manejo agronómico, que permitan intensificar la producción de biomasa forrajera por unidad de área de manera sostenida, implica estudios sobre germinación, siembra y poda, evaluación de diferentes arreglos espaciales y cronológicos de las plantaciones en monocultivo o en asocio, y evaluaciones del impacto de las técnicas utilizadas sobre el suelo (Benavides, 1991). Así mismo, a nivel nutricional, se busca determinar la forma y los niveles de oferta óptimos para obtener una mayor producción de leche y el máximo beneficio económico posible.

Varias leñosas perennes tropicales tienen características que posibilitan su incorporación en sistemas agroforestales. Estas especies presentan rápido crecimiento, algunas tienen la capacidad de fijar nitrógeno y un gran número son árboles de uso múltiple. Así mismo, muchas de ellas tienen buena capacidad de rebrote y sobrevivencia y producen forraje de alto valor nutritivo (Espinoza, 1984).



## 2.2. Los árboles y arbustos como fuente de alimentación para rumiantes.

### 2.2.1. Generalidades.

En América Central se han identificado alrededor de 150 especies que, de una u otra manera, son utilizadas por los productores en la alimentación de rumiantes. De acuerdo a los resultados de investigación la característica más importante del follaje de los árboles, es su alto contenido de proteína cruda (PC), el cual es bastante superior al de los alimentos tradicionalmente utilizados en la alimentación animal (Benavides, 1990). Así mismo, varias especies de leñosas también han mostrado niveles de digestibilidad *in vitro* de la materia seca superiores al 70%. Las leguminosas arbóreas son las que más ampliamente se han estudiado. Otros trabajos recalcan sobre el hecho de que en el follaje de plantas leguminosas, la principal característica bromatológica, es su alto contenido de nitrógeno, lo cual puede representar una alternativa económica como suplemento a la dieta de rumiantes explotados en regiones tropicales (Pineda, 1988).

El uso de Madero Negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*), como forraje, se ha empezado a difundir debido a sus elevados contenidos de nitrógeno y capacidad de rebrote post cosecha (Espinoza, 1984). Diversos estudios realizados por CATIE con cabras (Samur, 1984 ; Castro, 1990) y con bovinos (Vargas, 1987; Abarca, 1989), muestran una mejor eficiencia de utilización del follaje del poró cuando es suplementado con fuentes energéticas de alta degradabilidad ruminal. Estos mismos autores informan que el tipo de fuente energética (azúcares y almidón) juegan un papel importante en la utilización del poró. Torres (1983), menciona que, como fuente de forraje, el principal papel de las leñosas perennes es de tipo suplementario y, particularmente durante la estación seca en zonas áridas y semiáridas.

### 2.2.2. Producción de biomasa

La producción de biomasa, principalmente comestible, es uno de los parámetros más importantes para poder determinar si alguna especie puede ser utilizada como planta forrajera. Así mismo, para conocer la capacidad de producción de forraje de una especie, hay dos aspectos básicos que deben ser cuantificados: a) la capacidad de producción/ha/año y b) el valor nutricional. Baggio y Heuveldop, citados por Hernández, 1988, mencionan que la poda periódica es la práctica más importante para el mantenimiento, utilización y producción de nuevos postes vivos, leña, protección contra el viento y forraje.

Las especies leñosas que se utilizan para forraje deben tener muy buena capacidad de rebrote, para realizar un aprovechamiento periódico por varios años. Así mismo dicho aprovechamiento debe hacerse tomando en consideración períodos de establecimiento racionales. La frecuencia de poda normalmente se realiza a intervalos de tres, cuatro o seis meses dependiendo de factores climáticos y la capacidad de rebrote de la especie. Debe evitarse tanto que el forraje se lignifique demasiado como que el árbol se agote por cortes frecuentes (Salazar, 1989). La época del año, y la fertilización también influyen en el rendimiento de biomasa forrajera.

Hernández (1988), trabajando con Madero Negro, en República Dominicana, encontró que la poda al final de la época de lluvia impide la aparición de la floración en los árboles, lo cual permite disponer de forraje verde durante la época en que la escasez de alimentos se vuelve crítica. Chana (1989), en el trópico húmedo de Costa Rica estudiando esta misma especie, encontró que la frecuencia de poda afecta el rendimiento de biomasa y muestra que, con podas cada cuatro meses se obtiene la mayor producción de biomasa total (4050 kg de MS/km de cerca

viva/año) en comparación con podas cada seis meses (3132 kg de MS/km de cerca viva/año). Espinoza (1984), al estudiar frecuencias de poda a los 3 y 5 meses en poró encontró rendimientos de 0,96 y 1,18 kg de MS/árbol/poda, respectivamente.

Beliard (1984) al evaluar la producción de biomasa de Madero Negro, encontró que la mejor edad de poda es a los 6 meses. Este mismo autor menciona que, a mayor tiempo entre podas la producción de biomasa total aumenta debido al incremento que sufre la porción leñosa. En Sri Lanka, Chadhokar (1982) recomienda podas de 3 a 6 meses en *Gliricidia maculata* debido a que el porcentaje de hojas disminuye a medida que se prolonga el intervalo entre podas.

En Turrialba, Costa Rica, Libreros (1990) reporta que conforme aumenta el número de podas/año, la producción de biomasa total de poró (*Erythrina poeppigiana*) se reduce.

Rodríguez *et al*, (1989), trabajando con Morera (*Morus sp.*), en el trópico seco de Guatemala, encontraron que, a mayor frecuencia de poda, la relación hoja:tallo se incrementa y que, a mayor fertilización esta relación se ve afectada en forma negativa aun cuando la fertilización tiene un efecto positivo sobre la producción de biomasa. Así mismo, encontraron que la frecuencia de poda tiene un menor efecto sobre el rendimiento de materia seca cuando no se aplica nitrógeno que el observado con fertilizante.

Trabajos realizados en el trópico húmedo de Turrialba, Costa Rica demuestran que en una asociación de poró con pasto, se produce significativamente más MS total y comestible/ha/año que la obtenida con el pasto sólo (Rodríguez, 1985; Libreros, 1990).

### 2.2.2 Valor nutritivo

Según algunos autores, desde el punto de vista nutricional, el principal papel de los árboles y arbustos forrajeros, es el suministro de proteína, el cual, podría verse limitado por un consumo escaso (Torres, 1985). Sin embargo, numerosas especies por su alto contenido de energía, pueden suministrar ambos nutrimentos con niveles adecuados (Benavides, 1991).

En el cuadro 1 se pueden observar algunos de los árboles y arbustos con mayores contenidos de PC y DIVMS y que son consumidos por cabras en América Central. De acuerdo a los datos, existe una importante variación en el contenido de PC y DIVMS entre las diferentes especies.

Cuadro 1. Composición bromatológica del follaje de algunas especies de árboles y arbustos utilizados para alimentar cabras en América Central.

Especie			
Morera ( <i>Morus sp.</i> )	24,2	89,2	Costa Rica
Chicasquil ( <i>Cnidocolus acotinifolius</i> )	41,7	84,4	Costa Rica
Sauco Amarillo ( <i>Sambucus canadensis</i> )	29,2	81,2	Guatemala
Sauco Negro ( <i>Sambucus mexicana</i> )	24,3	75,8	Guatemala
Chilca ( <i>Bacharis salicifolia</i> )	22,7	73,8	Costa Rica
Clavelón ( <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> )	19,9	71,2	Costa Rica
Tora blanca ( <i>Verbesina turbacensis</i> )	20,3	69,8	Costa Rica
Guachipelín ( <i>Dyphysa robinoides</i> )	26,9	69,8	Costa Rica
Amapola ( <i>Malvaviscus arboreus</i> )	21,0	68,3	Costa Rica
Tora Morada ( <i>Verbesina turbacensis</i> )	20,2	68,4	Costa Rica
Zorrillo ( <i>Cestrum baenetzii</i> )	37,1	65,8	Costa Rica
Engorda ganado (?)	23,4	61,8	Guatemala
Nacascolo ( <i>Libidibia coriaria</i> )	15,8	61,0	Honduras
Carbón blanco ( <i>Mimosa platicata</i> )	16,4	59,1	Honduras

Fuente: Araya, 1991

Los valores de PC varían entre 15,8 y 41,7%, lo cual duplica o triplica a lo reportado para pastos tropicales. Esto permite utilizar el folaje de los árboles y arbustos, en la alimentación animal, como suplemento protéico. La DIVMS también tiene un rango amplio, encontrándose valores que van desde 59,1 hasta 89,2% y que también son muy superiores a los reportados para los pastos tropicales.

En las forrajeras leñosas, se debe tomar en cuenta que existe gran variabilidad de valor nutritivo entre los diferentes componentes de la rama (hojas, pecíolo, tallo y corteza) y entre las diferentes fracciones de la rama. Al respecto, Sands (1983) menciona que, una de las características más importantes de los arbustos, es la gran diferencia en PC, DIVMS y pared celular que hay entre las hojas, las ramas y los tallos y que dan ventaja a los rumiantes con más capacidad de selección.

Espinoza (1984) al estudiar diferentes porciones de Madero Negro en Turrialba, Costa Rica, encontró que la concentración de nitrógeno se incrementa a medida que aumenta la edad de rebrote. Los valores encontrados para proteína cruda (PC) en hojas (23,8 y 26,9 %), pecíolos (12 y 12,5 %) y tallo tierno (20,7 y 18,9) en podas a los 3 y 5 meses de rebrote, respectivamente, muestran esta tendencia. También el contenido de PC, depende de la fracción de la planta (Espinoza 1984; Benavides, 1986). Trabajando con poró se encontraron valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de 74, 37,4, 54,4 y 34,1% para hojas apicales, hojas basales, peciolo apicales y peciolo basales, respectivamente (Benavides, 1986). De la misma forma Hernández (1993) encontró mayores valores, de PC y DIVMS, en la porción apical de hojas de follajes arbóreos en un bosque secundario en el Petén, Guatemala.

En el Altiplano occidental de Guatemala y bajo condiciones naturales, se reportan valores de PC de 23,4 y 11,9 para hoja y tallo tierno de Chilca (*Bacharis salicifolia*), respectivamente y

de 17,1 y 8,0 en hoja y tallo tierno de Sacumis (*Buddleia nitida*). Así mismo se reportan valores de DIVMS de 71,5 y 75,2% para hoja y tallo tierno de Chilca y de 55,9 y 44,0 para hoja y tallo tierno de Sacumis, respectivamente (Ríos, 1990). En esta misma zona Mendizábal (1991) reporta, para el follaje de Sauco negro (*Sambucus mexicana*), valores de 29 y 65% de PC y DIVMS, respectivamente. Vargas y Elvira (1987), encontraron valores de PC en el follaje de Madre Cacao (*Gliricidia sepium*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*) y Caulote (*Guazuma ulmifolia*) de 25,8, 25,0 y 14,7%, respectivamente.

Hernández (1993) en el Petén, Guatemala encontró, en 17 follajes arbóreos consumidos por cabras, valores de PC que varían entre 10 y 27%. El mismo autor reporta valores de DIVMS entre 40 y 70%. En Honduras, bajo condiciones muy secas, se reportan valores de PC de 16% en ambos casos y de DIVMS de 58 y 36% para Guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y Tiguilote (*Cordia dentata*), respectivamente (Medina, 1992).

Benavides y Lachaux (1992), al observar el efecto que tiene la poda sobre la calidad nutritiva del follaje de Morera (*Morus sp*), encontraron que este efecto hace variar los contenidos de materia seca de hojas, tallo tierno y tallo leñoso con podas a los 3 y 4 meses, respectivamente. Así mismo encontraron que a menor tiempo entre podas, los contenidos de PC y DIVMS aumentan en hojas y tallo tierno, no siendo importantes las diferencias en DIVMS. (Cuadro 2). Estos mismos autores observaron que la adición de diferentes niveles de estiércol no influye en el contenido de PC y DIVMS. Sin embargo los valores son mayores con  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  (Cuadro 3).

Mejicanos y Ziller (1990) encontraron en el Altiplano Occidental de Guatemala y bajo condiciones naturales, que a medida que se incrementa el intervalo de poda, los niveles de PC y DIVMS disminuyen en las hojas y la biomasa comestible de Sauco Amarillo (*Sambucus canadensis*). En la hoja, los valores de PC

fueron de 25,5, 23,0 y 15,6% y en la DIVMS de 75,5, 67,3 y 56,2% para podas a los 3, 4 y 6 meses, respectivamente. En la biomasa comestible los valores obtenidos de PC fueron de 17,9, 16,9 y 12,8% y la DIVMS mostró valores de 68,8, 59,0 y 43,6% para podas a los 3, 4 y 6 meses, respectivamente.

**Cuadro 2. Efecto de la frecuencia de poda sobre la calidad nutritiva de los componentes de la biomasa de Morera.**

Componente	Podas/año					
	3	4	3	4	3	4
	MS, %		PC, %		DIVMS, %	
Hojas	25,8	27,0	20,9	23,2	76,4	75,0
Tallo tierno	28,8	27,5	8,7	9,2	55,5	54,0
Tallo leñoso	43,1	40,6				

Fuente: Benavides y Lachaux (1992).

**Cuadro 3. Contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de hoja y tallo tierno de Morera según nivel de estiércol en el suelo.**

Componente	Niveles de estiércol				NH <sub>4</sub> -NO <sub>3</sub> 4801
	0	240	360	4801	
PC, %					
Hojas	21,3	21,5	21,4	22,0	23,8
Tallo tierno	8,1	7,6	8,2	7,9	12,7
DIVMS, %					
Hojas	75,4	75,7	75,5	75,4	75,7
Tallo tierno	53,8	54,6	54,2	53,7	56,8

1/ Equivalencia en kg N/ha/año. Fuente: Benavides y Lachaux 1992

Rodríguez *et al* (1989) al evaluar 3 frecuencias de poda en Morera (6, 9 y 12 semanas) encontraron que, con el mayor intervalo entre podas, la producción de biomasa se incrementa.

Sin embargo, el contenido de PC para la hoja y para la biomasa total fue mayor con podas a las 6 semanas (23,2 y 16,6%, respectivamente).

### 2.3. Respuesta animal con árboles y arbustos forrajeros.

#### 2.3.1. Consumo

En el caso de las cabras, al igual que los demás rumiantes, el nivel de consumo depende de factores intrínsecos del animal (habilidad de ramoneo, capacidad gastrointestinal) y de las características del alimento (calidad y cantidad ingerida) (Sands 1983; Arbiza, 1986). El nivel de producción de leche y los días de lactancia afectan el nivel de consumo.

Samur (1984) al utilizar poró y banano, como suplemento a una dieta a base de pasto, encontró que el consumo total de materia seca fué mayor, en cabras con lactancia reciente, que en aquellas con lactancia avanzada (4,5 y 3,4% del P.V., respectivamente), lo cual se debe a los menores requerimientos nutricionales de producción. Los promedios de consumo de materia seca fueron de 1,75 y 1,27 kg/an/día para lactancia reciente y avanzada, respectivamente. Otros trabajos reportan consumos de materia seca entre, 4,0 y 4,4% del peso vivo cuando son utilizados estos mismos componentes de la dieta en cabras al inicio de la lactancia (Esnaola y Ríos, 1986; Castro, 1989).

Rojas y Benavides (1992) encontraron niveles de consumo de materia seca total, en cabras de alta y baja producción, del orden de 5,1 y 4,8% del P.V., respectivamente cuando eran suplementadas con niveles altos de Morera (*Morus sp*). Por su parte Benavides *et al* (1992) reportan consumos de 4,6 y 3,8% del P.V., en cabras de alta y baja producción, respectivamente suplementadas con niveles bajos de este mismo follaje. Al adicionar Morera en dietas para novillos desde 0 hasta 1,5 kg



MS/100 kg PV, el incremento de los niveles de Morera en la dieta, mejoró la ganancia de peso desde -128 hasta 195 g/an/día (Velázquez, 1992).

Al comparar el consumo de poró con el de *Dolichos lablab* en cabras adultas secas, Esnaola y Benavides (1983) encontraron consumos del 3,3% de peso vivo cuando se utiliza el poró como dieta única. Rodríguez *et al* (1989), al comparar el poró y madero negro como única fuente de forraje y complementada con banano, encontraron consumos de materia seca total de 4,19 y 3,61% del P.V. para cada especie, respectivamente.

Flores (1992) reporta en Guatemala, consumos de 5,07% de P.V. en cabras alimentadas con Shaguay (*Pithecolobium dulce*). En este mismo país en la región del Petén, Hernández (1993), al evaluar 8 especies arbóreas en la alimentación de ovinos, encontró que las más consumidas fueron el Guarumo (*Cecropia peltata*) y Ramón Blanco (*Brosimum alicastrum*), con niveles de 2,14 y 2,03% del P.V., respectivamente.

### 2.3.2. Ganancia de peso y producción de leche con forraje de leñosas.

Benavides (1986) reporta ganancias de peso superiores a los 100 grs/an/día cuando se utiliza el follaje de Morera como suplemento al pasto en corderos en crecimiento.

Samur (1984), al evaluar una dieta compuesta de follaje de poró, banano verde y pasto king grass, en cabras cruzadas, criollas x nubiana lactantes, reporta niveles de producción de leche de 1,3 kg/an/día. Castro (1989) al evaluar una dieta similar, obtuvo rendimientos de 1,15 kg/an/día, con cabras de mediano potencial genético.

Hernández y Benavides (Datos sin publicar) reportan una producción de leche de 1,9 kg/an/día cuando los animales consumen 0,89 y 0,71 kg/an/día de materia seca de Amapola y Morera, respectivamente. Rojas y Benavides (1992), al evaluar niveles altos de hojas de Morera en la alimentación de cabras, determinaron niveles de producción de leche de 2,35 y 1,87 kg/an/día grasa en cabras de alta y baja producción, respectivamente. Al utilizar niveles bajos de Morera la producción encontrada fue de 1,6 y 1,4 kg/an/día para leche en cabras de alta y baja producción, respectivamente (Benavides *et al.*, 1992)

Rodríguez *et al.*(1989) al comparar el poró y madero negro, como única fuente de forraje más banano, encontraron una mayor producción de leche cuando se utiliza poró que cuando se suministra Madero Negro (1,26 y 1,10 kg/an/día, respectivamente).

## 2.4. La Amapola (*Malvaviscus arboreus*).

### 2.4.1. Características generales.

Nombre Científico: *Malvaviscus arboreus* Cav.

Familia: Malvaceae

Nombres comunes: Amapola, Quesito (Costa Rica); Tulipancillo, Manzanita (Guatemala); Quesillo (Nicaragua); Mar Pacífico (Honduras); Majagüilla (Cuba); Malvavisco (Colombia); Mapola (Brasil); Monacillo, Tamanchich, Chilillo, Monaguillo, Tzopelchichixochitl (México).

Esta especie esta distribuída ampliamente en América tropical (Standley, 1937). Ocasionalmente se le encuentra en los bosques secundarios bajos (Longworth, 1981) y es abundante en montes bajos y matorrales de la región templada y caliente. Se puede encontrar en elevaciones de bajas a medianas ascendiendo

hasta 2100 m, con climas que van desde secos a muy húmedos (Ordetx Ros, 1952; Ocampo y Blanco, 1988; Standley, 1937). La especie es nativa, desde el sureste de México, las Antillas hasta el noroeste de América del Sur (Holdridge y Poveda, 1975; Webb y Bawa 1983). Normalmente se encuentra como planta de ornato, formando parte de la vegetación del jardín de la casa o de la cerca. La flor se le considera como medicinal para afecciones de tipo respiratorio y digestivo (García, 1992; Standley, 1937).

Es un arbusto o árbol pequeño de 3 a 5 m de altura, muy ramificado, corteza grisácea (García, 1992; Ocampo y Blanco, 1988), ramitas densamente pubescentes, pelos estrellados; hojas con peciolo largo, láminas angular-lobadas más o menos tan anchas como largas, con pubescencia estrellada y el borde dentado (Holdridge y Poveda, 1975). Presenta flores con pétalos rojos vistosas y escasas de 3 a 5 cm de largo (Holdridge y Poveda, 1975; García, 1992), que sirven de alimento a algunos insectos durante la estación seca (Janzen, 1991). De la corteza se obtiene fibra para la elaboración de artesanía (Ocampo y Blanco, 1988). Las raíces, la corteza y las hojas poseen un mucilago y además azúcar y asparagina (García, 1992).

Al asociarse con gramíneas de piso se ha visto que disminuye la erosión en suelos de elevada pendiente (Faustino, 1991). De esta manera puede utilizarse para mejorar o reestablecer suelos favoreciendo una mayor producción de forraje por unidad de superficie

#### 2.4.2. Características bromatológicas.

Esta planta presenta buenas características bromatológicas ya que contiene 18,7% de MS, 64,2% de DIVMS (Jegou *et al*, 1991) y 24,7% de PC (Araya, 1991). Tales contenidos varían de acuerdo a la porción de la planta. La Amapola se encuentra entre los 5 mejores forrajes de leñosas encontradas en Costa Rica (Araya,

1990). Datos con caprinos indican consumos entre 2,15 - 2,8% de P.V. cuando se suministra como suplemento a una dieta de pasto (Jegou *et al*, 1991; Lapoyade, 1991).

Martínez (1990), en una prueba de consumo con arbustos, encontró que la Amapola fue la especie más consumida cuando se le suministraba como complemento a una dieta a base de pasto, banano verde y concentrado. El consumo fue del 2,9% de PV y fue superior al del Jocote (1,9%), Clavelón (1,7%), Higuierón (1,4%) y Guácimo (1,1% de PV).

La Amapola puede producir un forraje rápidamente disponible debido a su buen crecimiento. Su forma tradicional de siembra es con estacas de 20 - 30 cm, con alto porcentaje de germinación y vigoroso rebrote (Lapoyade, 1991). Generalmente se siembran a altas densidades lo que permite su uso para controlar la erosión ya que su sistema radicular ayuda retener el suelo y posibilita una mejor retención de nutrientes (Lapoyade, 1991). Observaciones muy preliminares indican una producción de materia seca superior a 30,0 TM/ha/año, con 15,8 TM/ha/año de biomasa comestible (Lapoyade, 1991).

## 2.5. La materia orgánica en el suelo.

El problema inmediato que se tiene que enfrentar en un sistema agroforestal, es su manejo. Un sistema productivo y sustentable, demanda la consideración de todos los factores ambientales y la selección sensata de los componentes domésticos para el manejo apropiado (Briscoe, 1983). Uno de los objetivos que se persiguen en una agricultura sostenible, es el mantenimiento de la materia orgánica del suelo a niveles que permitan una producción aceptable mediante el suministro regulado de nutrimentos. Algunas formas para aumentar la materia orgánica del suelo, consisten en agregar materiales frescos sin descomponer como estiércol, compost y materiales vegetales

aplicados en la superficie del suelo o incorporados a este (Escobar, 1990). La materia orgánica del suelo es muy importante ya que tiene la capacidad para suministrar nutrientes como N,P,K y S; y porque favorece la formación de agregados y la estabilidad del suelo. Así mismo contribuye a aumentar la retención de humedad y la capacidad amortiguadora del suelo para resistir variaciones de pH o salinidad (Fassbender, 1982).

La inclusión de árboles o especies perennes en sistemas de producción agrícola se ve reflejada en el mejoramiento de las propiedades físicas de los suelos en cuanto a permeabilidad, capacidad de retención de humedad, y control o regulación de regímenes de temperatura (Sánchez, 1981). Se debe de tomar en cuenta también que se puede lograr un equilibrio en la demanda de nutrientes del árbol o arbusto en sistemas integrados ya que por una parte, el árbol extrae los nutrientes del suelo, y por otra devuelve estos mismos nutrientes ya sea en forma de hojarasca o a través del estiércol producido por los animales que se alimentan con el follaje

### 3. MATERIALES Y METODOS

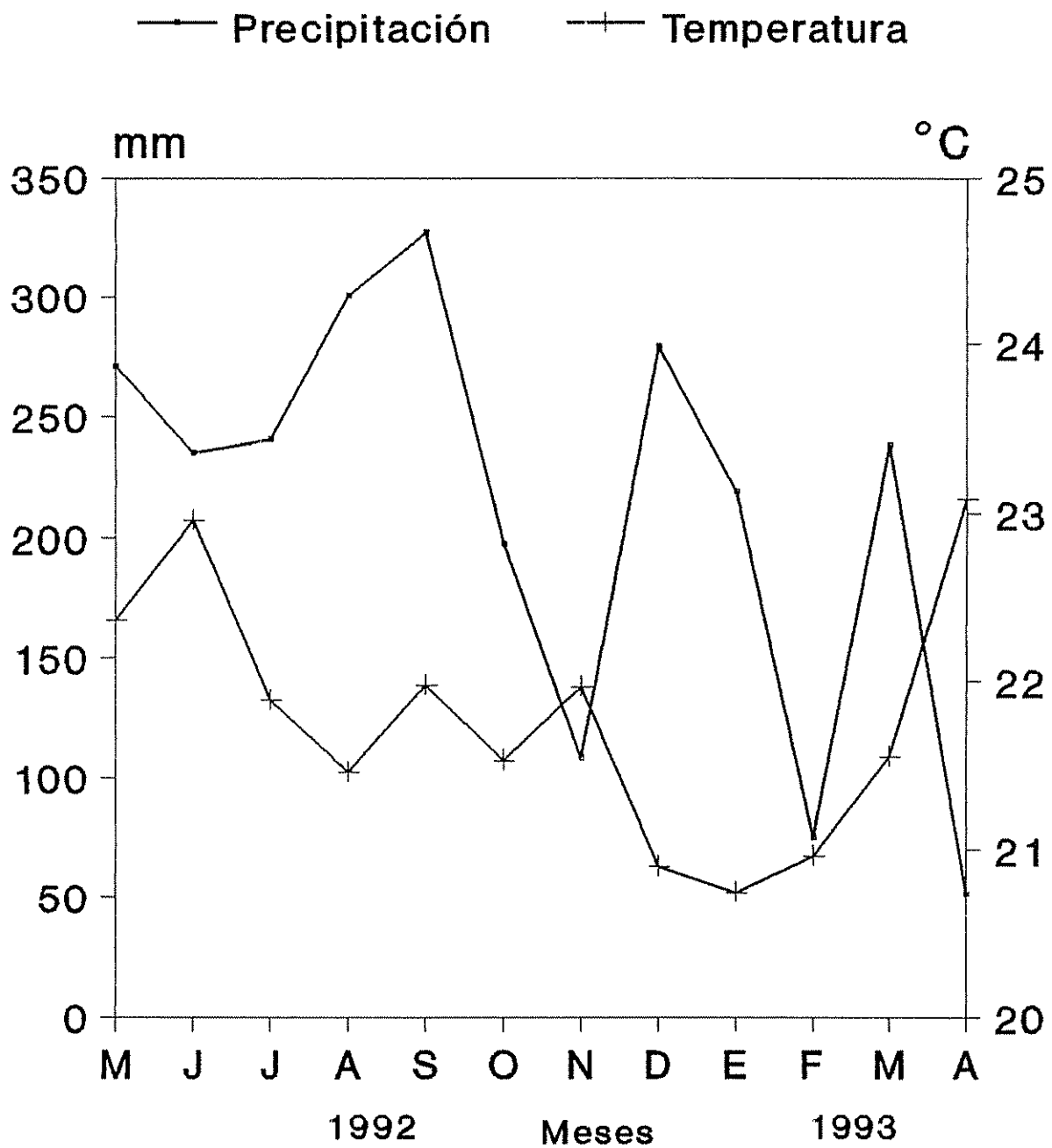
#### 3.1. Localización y características generales del área experimental.

El presente trabajo estuvo dividido en dos experimentos que se llevaron a cabo en la Unidad de Arboles Forrajeros y Rumiantes Menores, de la Estación Experimental del Area de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica. El CATIE se encuentra localizado a 9° 53' de latitud norte y 83° 38' de longitud oeste, a una altitud de 602 m.s.n.m., correspondiendo a la zona de vida de Bosque Húmedo Premontano Tropical (Holdridge, 1978). Las lluvias se distribuyen a lo largo de todo el año, con un período de mínima precipitación entre los meses de enero a abril. La precipitación media anual es de 2400 mm, la humedad relativa de 87,5 % y la temperatura media anual de 22,3°C. En la figura 1 se pueden ver los datos de precipitación y temperatura para el período mayo 92 - mayo 93, período durante el cual se llevó a cabo este trabajo.

#### 3.2. Efecto de la frecuencia de poda y la fertilización orgánica sobre la producción y calidad de la biomasa de Amapola.

##### 3.2.1. Unidad experimental

- Area total	1320 m <sup>2</sup>
- Numero de bloques	4
- Area de cada bloque	330 m <sup>2</sup>
- Numero de parcelas/bloque	10
- Total de parcelas	40
- Area de cada parcela	33 m <sup>2</sup>
- Area de parcela neta	17,1 m <sup>2</sup>
- Numero de arbustos por parcela	75
- Numero de arbustos por parcela neta	39
- Pendiente del suelo	Ligeramente plano



**Figura 1. Datos de temperatura y precipitación en el CATIE, Turrialba (1992 - 1993)**

- Suelos de origen aluvial
  - Serie "Juray"                    Orden    Inceptisol
  - Suborden   tropepts            Grupo   Dystropepts

### 3.2.2. Manejo de la plantación y del experimento.

La Amapola tenía dos años de haber sido sembrada y nunca se había fertilizado. Los arbustos se encuentran plantados en surcos a una distancia de 40 cm entre plantas y 1.1 m entre surcos. Esto equivale a una densidad de 22 727 arbustos/ha. Se realizó una poda de uniformización de la parcela total en el mes de mayo de 1992. La poda se realizó con a una altura de 40 cm del suelo. La aplicación del estiércol de cabra se hizo inmediatamente después de la poda de uniformización y de cada una de las podas respectivas. El estiércol fue depositado alrededor de la planta utilizándose para ello botes de plástico cuyo tamaño variaba de acuerdo al tratamiento.

En la segunda poda tanto para la frecuencia de tres como de cuatro meses, algunas parcelas fueron atacadas por el llamado mal de las hilachas producido por el hongo (*Corticium koleroga*) v. Honel el cual marchitaba y secaba las hojas causando esto una disminución en la producción de biomasa. Esta plaga fue controlada unicamente con poda.

Para determinar la producción de biomasa, se realizó la poda total de los arbustos de la parcela grande obteniéndose el peso fresco *in situ* de la biomasa correspondiente a cada parcela neta. Se seleccionó al azar una muestra del material fresco podado de cada subparcela. Esta muestra se separó en tres porciones: hoja, tallo tierno y tallo leñoso para determinar la proporción de cada una. Una submuestra se llevo al horno de secado con aire forzado a 60°C para detern¿minar el contenido de materia seca (MS). Con estos datos se calculó la producción de materia seca de cada componente por hectárea y por año



Posterior a su secado, las muestras se molieron a un tamaño de partícula de 1 mm. Se determinó el contenido de proteína cruda (PC) por medio de la metodología de micro-Kjeldahl (Nx6,25) (Bateman, 1970); y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) se hizo siguiendo el método de dos etapas de Tilley y Terry (1963). Los análisis bromatológicos del follaje se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Area de Ganadería Tropical del CATIE.

### 3.2.3. Tratamientos

- a) Dos frecuencias de poda (90 y 120 días).
- b) 4 Niveles de fertilización y un testigo:
  - i) 0
  - i) 240 kg de nitrógeno/ha como estiércol de cabra.
  - ii) 360 kg de nitrógeno/ha como estiércol de cabra.
  - iii) 480 kg de nitrógeno/ha como estiércol de cabra.
  - iv) 480 kg de nitrógeno/ka en forma de nitrato de amonio.

Para el calculo del contenido de nitrógeno en el estiércol, tres días antes de cada poda se tomaron tres muestras del estiércol a utilizar. Las muestras se llevaron al horno para su secado a 60°C y determinar el contenido de materia seca (MS), posteriormente se molían y se determinaba el contenido de nitrógeno por el metodo de micro-Kjeldahl (Bateman, 1970).

### 3.2.4. Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial en parcelas divididas con 2 frecuencias de poda y 4 niveles de fertilización más un testigo. La parcela grande correspondió a las frecuencias de poda y la parcela pequeña los niveles de fertilización. Se utilizó el peso seco inicial de cada subparcela como covariable. Los niveles se aleatorizaron dentro de cada parcela grande (Calzada, 1954; Martínez, 1988)

El modelo matemático utilizado para analizar los datos fue:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + a_{ij} + T_k + (TxP)_{ik} + \beta_{ijk} + e_{ijk}$$

Donde los índices son:

$i = 1, 2, 3, 4$  indica bloques

$j = 1, 2$  indica frecuencia de poda (90 y 120 días)

$k = 1, 2, 3, 4, 5$  indica nivel de fertilización

Los parámetros del modelo son:

$\mu$  = media general.

$B_i$  = efecto del  $i$ -ésimo bloque       $P_j$  = efecto de la  $j$ -ésima frecuencia de poda.

$a_{ij}$  = error aleatorio asociado a las parcelas grandes.

$T_k$  = efecto del  $k$ -ésimo nivel de abono

$TxP$  = interacción del  $k$ -ésimo nivel con la  $j$ -ésima poda.

$\beta_{ijk}$  = efecto de la covariable

$e_{ijk}$  = error aleatorio asociado a las subparcelas

### 3.2.5. Producción de nutrientes.

Con los datos de producción de biomasa y de calidad de la misma se determinó la producción de:

- PC de hojas ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).
- PC de tallos tiernos ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).
- PC de la biomasa comestible ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).
- MS digestible de hojas ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).
- MS de tallos tiernos ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ).
- MS digestible total ( $\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) (hoja + tallo tierno).

### 3.2.6. En el suelo.

El componente suelo se integró como recurso en el análisis integral del sistema buscando valorar cual es el impacto de su

manejo, su calidad y condiciones en la producción de biomasa y en la calidad nutritiva de la misma. Para el muestreo de suelos se utilizó la metodología recomendada por Diaz Romeu y Hunter (1977). Para la extracción de las muestras se utilizó un barreno sacabocados con el cual se sacaron muestras en sitios diferentes de cada bloque a niveles de 10, 20 y 40 cm de profundidad. Se mezclaron las muestras para obtener una muestra combinada o sea 3 muestras por bloque y 12 muestras en total.

Los análisis de suelo se realizaron en el Laboratorio de Suelos del CATIE, siguiendo la metodología de Diaz Romeu y Hunter (1977) y fueron los siguientes:

- Materia orgánica se determino por el método de Walkley y Black.
- pH en agua con un potenciómetro.
- Nitrógeno total se determino por el metodo de semi-microKjeldahl.
- Calcio, Magnesio y Potasio por espectrofotometría de absorción atómica.
- Fosforo por el método Colorimétrico.

También se realizó un análisis del estiércol con el objeto de ver el aporte de otros nutrientes al suelo.

### 3.2.7. Análisis estadístico de los datos

Se realizo un análisis de covarianza usando como covariable el peso seco inicial. Los análisis se realizaron siguiendo el procedimiento de Modelos Lineales Generalizados (GLM) del programa de análisis estadísticos SAS. Con el mismo programa se obtuvieron regresiones utilizando los promedios por poda y por nivel de estiércol.

### 3.3. Efecto de la suplementación con follaje de Amapola sobre la producción de leche de cabras.

#### 3.3.1. Animales y manejo.

Para este trabajo se utilizaron 8 cabras de los cruces Alpino x Criollo y Toggenburg x Criollo, con predominancia de la sangre europea. Los animales se seleccionaron de acuerdo a los días de lactancia (reciente y avanzada), producción de leche, peso corporal y número de lactancia. Las cabras tenían en promedio, al iniciar el experimento 45 ( $\pm 4,0$ ) y 110 ( $\pm 3,5$ ) días de lactación y un peso de 42,5 ( $\pm 2,5$ ) y 44,8 ( $\pm 2,0$ ) kg para los grupos de lactancia reciente y avanzada, respectivamente. Los animales se mantuvieron estabulados en corrales individuales con pisos elevados ranurados de madera durante 60 días, y con comederos tipo cepo para suministrar el alimento.

Previo al experimento las cabras fueron desparasitadas internamente y se realizó la prueba de California (CMT) para la detección de mastitis al inicio y cada 20 días durante el experimento. El ordeño se hizo en forma manual dos veces al día (6 am y 2 pm) y la leche se pesó en forma individual. Los animales se pesaron por la mañana antes del suministro del alimento y al inicio y al final de cada período experimental. Los análisis bromatológicos del follaje de Amapola y los análisis químicos de la leche se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Área de Ganadería Tropical del CATIE.

#### 3.3.2. Alimentación y manejo del experimento.

Los alimentos utilizados fueron forraje de pasto King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y hojas de Amapola (*Malvaviscus arboreus*). La dieta base fue el pasto King grass que se ofreció picado y las hojas de Amapola, como suplemento se ofrecieron enteras después de separarlas manualmente del tallo.

Los alimentos se suministraban a las cabras en forma individual de la manera que se describe a continuación:

Primeramente y en la mañana se suministró el follaje de Amapola en las cantidades correspondientes a cada tratamiento. Una vez que fue consumido en su totalidad, se ofreció el pasto *ad libitum* en cantidades tales que se pudieran encontrar al día siguiente rechazos superiores al 25 % en relación al material ofrecido. Durante todo el experimento, los animales tuvieron acceso a sal mineralizada y agua *ad libitum*. Diariamente se llevaron controles de material ofrecido y rechazado durante los períodos de observación y se tomaron muestras compuestas en el caso del material ofrecido y muestras individuales del material rechazado. Durante los días de medición se registró el material ofrecido de pasto y Amapola y el material rechazado del pasto, lo cual se hacía al día siguiente. El consumo fue calculado por diferencia de lo ofrecido menos lo rechazado.

La producción de leche se registro durante los cinco días de medición en cada período en forma individual. Se tomaron muestras individuales de leche del ordeño de la mañana y de la tarde. La leche se refrigeró y posteriormente se hizo una muestra compuesta de cada tratamiento para determinar el porcentaje de grasa mediante el método de Babcock (Bateman, 1970), el porcentaje de proteína por el método de titulación con formol (Bateman, 1970), y el porcentaje de solidos totales por el método gravimetrico.

Las muestras de pasto y Amapola se secaron a 60°C en el horno de aire a presión para determinar materia seca y luego fueron molidas con criba de 1 mm. La proteína cruda (PC) se determinó por micro Kjeldahl (Bateman, 1970) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) por el método de dos etapas (Tilley y Terry, 1963).

### 3.3.3. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos fueron cuatro niveles de suplementación con hojas de Amapola (1, 2, 3 y 4 % del peso corporal en base seca). Se utilizó un diseño de sobrecambio dispuesto como Cuadrado Latino (Lucas, 1983). Se utilizaron dos cuadrados 4x4, representando cada uno a cabras de lactancia reciente y avanzada. Cada cuadrado se dividió en 4 períodos de 15 días cada uno y 4 niveles de Amapola. El esquema del diseño se puede observar en la figura 2.

1    2    3    4				Cabras	5    6    7    8					
3	4	1	2	I	P	I	1	2	3	4
4	1	2	3	II	e	II	2	3	4	1
1	2	3	4	III	r	III	3	4	1	2
2	3	4	1	IV	í	IV	4	1	2	3
Cuadrado 1				o	Cuadrado 2					
				s						

Los números dentro de cada cuadrado corresponden a los niveles de Amapola ofrecidos.

Figura 2. Esquema del diseño experimental utilizado.

La duración del experimento fue de 60 días. Los primeros 10 días de cada período fueron de adaptación a la dieta y los restantes 5 días fueron para la toma de datos. Los animales se pesaron al inicio y al final de cada período. El modelo matemático utilizado para el análisis de los datos fue:

$$Y_{ijkh} = \mu + Q_i + P_{ik} + a_{ij} + d_h + Q_{idh} + E_{ijkh}$$

donde los índices son :

i= 1, 2 indica el cuadrado

k= 1, 2, 3, 4 indica período dentro del cuadrado

j= 1, 2, 3, 4 indica el animal dentro del cuadrado

h= 1, 2, 3, 4 indica la dieta

Los parámetros del modelo son:

- $\mu$  = media general
- $Q_i$  = Efecto del cuadrado  $i$ -ésimo.
- $P_{ik}$  = Efecto del período  $k$ -ésimo dentro del cuadrado  $i$ -ésimo
- $a_{ij}$  = efecto del animal  $j$ -ésimo dentro del cuadrado  $i$ -ésimo
- $d_h$  = efecto directo de la dieta  $h$ -ésima
- $Q_{dih}$  = interacción cuadrado por tratamiento
- $E_{ijkh}$  = error experimental aleatorio que se asume normal con media cero y varianza constante desconocida.

#### 3.3.4. Variables medidas.

Se determinaron las siguientes variables:

- Consumo de MS de pasto ( $\text{kg an}^{-1} \text{ día}^{-1}$ )
- Consumo total de MS (% del PV).
- Consumo de PC ( $\text{g animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ )
- Consumo de energía digestible ( $\text{Mcal animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ )
- Producción de leche ( $\text{Kg animal}^{-1} \text{ día}^{-1}$ )

Para conocer la eficiencia del consumo de Amapola y del pasto se determinaron las siguientes variables

- kg de leche  $\text{kg MS}^{-1}$  consumidos.
- kg de leche  $\text{kg PC}^{-1}$  consumida.
- kg de leche  $\text{Kg MSD}^{-1}$  consumida.

#### 3.3.5. Análisis estadístico de los datos.

Se realizó un análisis de varianza siguiendo el procedimiento de Modelos Lineales Generalizados (GLM) del programa de análisis estadísticos SAS y, se determinaron curvas de ajuste por regresión para producción de leche.

### 3.4 Análisis económico

Para determinar el costo de un kilogramo de materia seca de Amapola y pasto puestos en el comedero, se utilizó la metodología descrita por Rojas (1991), la cual se basa en la observación del tiempo que dilatan las distintas actividades del proceso de alimentación. Para esto se tomo en el tiempo que se dilata un trabajador en cortar, acarrear, picar y suministra el follaje de Amapola y el pasto utilizados para alimentar a todos los animales de la unidad. Posteriormente se pesaba el total de kilogramos de follaje y de pasto que se obtenían en verde y se hacía una relación con el tiempo que se dilatarían en realizar estas mismas actividades con la cantidad tanto de follaje como de pasto que se producen anualmente. Así mismo, se tomó en cuenta la depreciación que tiene la plantación tanto de Amapola como de pasto (15 y 7 años, respectivamente), y el costo de oportunidad de la tierra.

Para hacer una comparación de los distintos tratamientos se realizó un análisis de margen bruto en donde se tomó en cuenta el ingreso bruto por concepto de venta de leche y los gastos en efectivo.



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1. Efecto de la frecuencia de poda y la fertilización orgánica sobre la producción y calidad de biomasa de Amapola.

##### 4.1.1. Materia seca, proteína y digestibilidad.

Por efecto de la frecuencia de poda, el análisis de covarianza (Cuadro 3A) mostró diferencias significativas sólo para el contenido de materia seca (MS) del tallo leñoso (Cuadro 4). Puede notarse un ligero aumento de este parametro, en hoja y tallo tierno, a medida que se incrementa el tiempo entre podas.

Cuadro 4. Contenido de materia seca (MS) de los componentes de la biomasa de Amapola según frecuencia de poda.

Componente, % MS	Podas/año	
	3	4
Hojas	21,2	20,9
Tallo tierno	22,7	22,0
Tallo leñoso	31,5 <sup>a</sup>	28,6 <sup>b</sup>

Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

El incremento en el nivel de fertilizante orgánico no afectó el contenido de MS de los tres componentes. Sin embargo, se puede observar que a medida que se incrementó el nivel de fertilizante hubo una ligera disminución en el contenido de MS en todos ellos (Cuadro 5).

El efecto de la frecuencia de poda sobre el contenido de proteína cruda (PC) y sobre la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) no fué significativo (Cuadro 6). Sin embargo, a menor tiempo entre podas los niveles de PC y DIVMS aumentaron ligeramente debido posiblemente a que el material es

más joven. Esto concuerda con Van Soest (1983), en cuanto a que la proteína está positivamente asociada con la digestibilidad, aún cuando existe una declinación con la edad del material. En Morera también se encontró que, al disminuir el tiempo entre podas, los contenidos de PC y DIVMS se incrementan (Benavides y Lachaux, 1992).

Cuadro 5. Contenido de materia seca de los componentes de la biomasa de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.

Componente	Nivel de estiércol				NH <sub>4</sub> -NO <sub>3</sub>
	0	240	360	480 <sup>1</sup>	480 <sup>1</sup>
			% MS		
Hojas	21,6	20,9	21,0	21,1	20,8
Tallo tierno	23,1	22,8	22,1	22,4	21,4
Tallo leñoso	30,9	29,9	30,1	29,9	29,5

<sup>1/</sup> Equivalencia en kg de N/ha/año.

Puede observarse que estos parámetros varían de acuerdo a la porción de la planta, lo cual es similar a lo encontrado en otras especies forrajeras como el poró (Espinoza, 1984; Rodríguez, 1985; Benavides, 1986) y la Morera (Benavides y Lachaux, 1992).

Los valores de PC son ligeramente superiores a los reportados en otros trabajos realizados con Amapola en donde se encontraron valores de 19,8 % para la hoja y 8,4 % para el tallo tierno (Rojas, 1990; Martínez, 1990). Por su parte Lapoyade (1991) encontró valores superiores (24,7 y 10 % para hoja y tallo tierno, respectivamente). En términos generales el contenido de PC es alto comparado con lo reportado para los pastos (Fuentes, 1989; Rodríguez, 1985; Noguera, 1981; Huaman, 1988).

La DIVMS de la hoja presenta valores similares a los reportados por Lapoyade (1991), e inferiores a los encontrados por otros autores cuyos valores varían entre 69,2 a 71,1% (Rojas, 1990; Martínez, 1990; Araya, 1991; Jegou, 1991). En el caso del tallo tierno, los valores son muy superiores a los reportados en otros trabajos y cuyo valor varía entre 41,3 a 50,0 % (Rojas, 1990; Martínez, 1990; Lapoyade, 1991).

**Cuadro 6. Contenido de proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca de hoja y tallo tierno de Amapola según frecuencia de poda.**

Componente	Podas/año		Podas/año	
	3	4	3	4
	PC, %		DIVMS, %	
Hojas	20,8	21,6	58,0	61,1
Tallo Tierno	9,0	9,6	64,9	65,1

De acuerdo a los datos del Cuadro 7 el efecto de la adición de diferentes niveles de estiércol, sobre el contenido de PC, no fue significativo. Este efecto es similar al reportado para la Morera (Benavides y Lachaux, 1992). Sin embargo, al utilizar  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  se observó un mayor contenido de PC que el obtenido con el estiércol tanto para la hoja, como para el tallo tierno.

**Cuadro 7. Contenido de proteína cruda (PC) de hoja y tallo tierno de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.**

Componente % de PC	Niveles de estiércol				$\text{NH}_4\text{-NO}_3$ 480 <sup>1</sup>
	0	240	360	480 <sup>1</sup>	
Hojas <sup>2</sup>	20,2 <sup>b</sup>	20,5 <sup>b</sup>	20,6 <sup>b</sup>	20,5 <sup>b</sup>	24,1 <sup>a</sup>
Tallo tierno	9,0 <sup>b</sup>	8,9 <sup>b</sup>	8,9 <sup>b</sup>	9,0 <sup>b</sup>	10,6

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

En comparación a otras especies los valores de PC, aunque elevados, son inferiores a los reportados para el follaje de leguminosas arbóreas (Madero Negro, Leucaena, Poró) (Espinoza, 1984; Benavides, 1986; Vargas y Elvira, 1987; Camero, 1991) y no leguminosas (Morera, Sauco Negro y Sauco Amarillo) (Mendizabal, 1991; Benavides y Lachaux, 1992). No obstante supera a algunos otros como el Guácimo y el Tiguilote (Medina, 1992).

La DIVMS mostró una tendencia similar a la de la PC (Cuadro 8) en donde el efecto del  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  fue 8,5 y 3,6 % superior al del mayor nivel de estiércol para hoja y tallo tierno, respectivamente. En tallo tierno se observó un ligero efecto detrimental a medida que aumenta la cantidad de estiércol. La digestibilidad encontrada es superior a la reportada en poró, madero negro, Guacimo y Tiguilote (Gutiérrez, 198 ; Beliard, 1984; Rodríguez, 1985; Rodríguez, 1989; Samur, 1984; Pineda, 1986; Tobon, 1988; Espinoza, 1984; Abarca, 1988; Medina, 1992; Camero, 1991); e inferior a lo reportado para Morera, Sauco Amarillo, Sauco Negro, Chilca y Clavelón (Araya, 1991; Benavides y Lachaux, 1992; Ríos, 1990; Mendizabal, 1991). Como se puede observar la DIVMS de hoja es menor que la del tallo tierno tanto por efecto de la poda como de la aplicación de estiércol, lo cual también se ha encontrado en el poró (Libreros, 1990).

**Cuadro 8. Digestibilidad in vitro de la materia seca de hoja y tallo tierno de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo**

Componente % DIVMS	Niveles de estiércol				NH <sub>4</sub> -NO <sub>3</sub> 480 <sup>1</sup>
	0	240	360	480 <sup>1</sup>	
Hojas <sup>2</sup>	58,6 <sup>b</sup>	58,1 <sup>b</sup>	59,4 <sup>b</sup>	58,4 <sup>b</sup>	63,4 <sup>a</sup>
Tallo Tierno	65,2 <sup>ab</sup>	65,1 <sup>ab</sup>	64,5 <sup>b</sup>	64,0 <sup>b</sup>	66,3 <sup>a</sup>

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

Las diferencias encontradas entre los valores obtenidos en este trabajo y lo reportado en otros, posiblemente se deba a la altura de poda utilizada en este trabajo. Esta hipótesis se plantea en base a la digestibilidad observada en el ensayo de consumo de Amapola del cual se hablara más adelante, en donde los valores de DIVMS fueron mayores para la hoja, pero las muestras se tomaron de plantas podadas a 1,20 m de altura.

Otra causa de la baja DIVMS puede ser la presencia de sustancias anticualitativas. Mendizabal *et al.*, 1991, encontraron una relación negativa entre el contenido de factores anticualitativos y la DIVMS de follajes arbóreos, siendo este efecto más marcado en el caso de las hojas. Aún cuando dentro de los objetivos de este trabajo no estaba incluido el estudio de estas sustancias, se tomaron 4 muestras al azar de hoja y tallo tierno podados a los 3 y 4 meses para evaluar la presencia de taninos y polifenoles solubles. Los resultados mostraron que existe una elevada cantidad de estas sustancias (Cuadro 9). Feeny (Citado por Sands, 1983) menciona que, de todos los compuestos secundarios, los polifenoles son los que están más estrechamente relacionados con la digestibilidad. Por otro lado estos compuestos pueden tener efectos benéficos en el animal, como aumentar la retención de nitrógeno, debido a la acción de protección que ejerce sobre la proteína en el rumen siendo una fuente importante como proteína sobrepasante de alta calidad (Pichard *et al.*, 1984; Preston y Leng, 1987). Sin embargo estos resultados son muy preliminares y correspondería verificarlos en un estudio más profundo.

#### 4.1.2. Composición del follaje.

Como se esperaba, a un menor tiempo entre podas, aumentó la porción comestible de la biomasa y disminuyó la porción leñosa (Figura 3). Esto se considera lógico ya que en el material más joven se espera una mayor proporción de hojas debido a que se

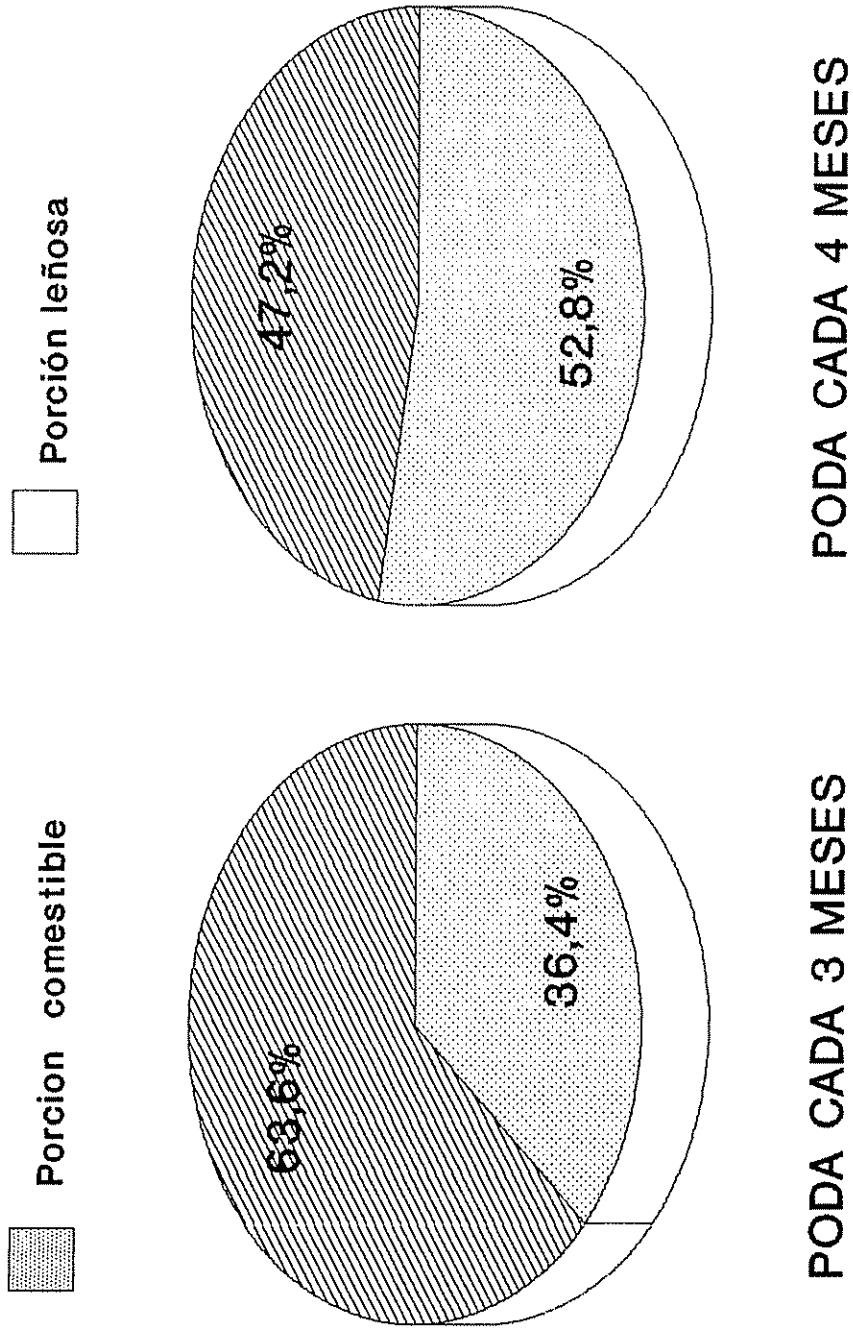


Figura 3. Efecto de la frecuencia de poda sobre las proporciones de biomasa leñosa y comestible de Amapola

encuentra aun en etapa de crecimiento. La tendencia a disminuir de la proporción comestible a medida que aumenta el intervalo entre podas también se ha reportado en Poró (Rodríguez, 1985; Libreros, 1990) Madero Negro (Beliard, 1984) y Morera (Benavides y Lachaux, 1992). La proporción de hoja, tallo tierno y tallos leñosos no se afecto por la adición de diferentes cantidades de estiércol, (Cuadros 10, 9A, 10A 12A). La proporción de los componentes con el uso de  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  no fue diferente ( $p < 0,05$ ) a las obtenidas con estiércol.

**Cuadro 9. Contenido de taninos y polifenoles solubles en hoja y tallo tierno de Amapola según frecuencia de poda**

Componente absorbancia/g muestra	Podas/año		Podas/año	
	3	4	3	4
	Taninos, %		Polifenoles solubles, %	
Hoja	102,6	87,8	19,1	20,1
Tallo tierno	2,4	2,9	7,9	10,6

**Cuadro 10. Proporción de los componentes de la biomasa de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.**

Componente, %	Nivel de estiércol				$\text{NH}_4\text{-NO}_3$ 480 <sup>1</sup>
	0	240	360	480 <sup>1</sup>	
Hojas	43,2	44,1	42,6	42,4	42,5
Tallo tierno	13,3	13,3	13,1	14,2	13,6
Tallo leñoso	43,5	43,5	44,3	43,4	43,9
Comestible	56,5	57,4	55,7	56,6	56,1

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

#### 4.1.3. Producción de materia seca.

Los análisis de varianza realizados (Cuadros 5A 6A y 7A) muestran que la frecuencia de poda sólo tuvo efecto sign sobre la producción de materia seca total (MST) y de tallo leñoso (Cuadro 11). Lógicamente fue el tallo leñoso el determinante en la mayor cantidad de MS total producida con podas a los cuatro meses. La frecuencia de 3 meses significó mayor producción de hoja y de biomasa comestible durante este primer año de observación. Esto implica que no necesariamente una mayor producción de MS total, significa una mayor producción de MS comestible.

El efecto que tiene el aumento de la producción de biomasa total conforme aumenta la edad de rebrote y la porción leñosa, coincide con lo reportado para Poró (Benavides, 1983; Russo, 1983; Espinoza, 1984; Rodríguez, 1985; Libreros, 1990), Morera (Benavides y Lachaux, 1992) y para Madero Negro (Beliard, 1984; Chana, 1989). La producción obtenida es superior a la del poró con el mismo numero de podas pero menor densidad de siembra (3333 árboles/ha) (Rodríguez, 1985; Libreros, 1990) e inferior a la de la Morera (Benavides y Lachaux, 1992) con igual densidad de siembra. El efecto más relevante fue el observado con la adición de cantidades crecientes de estiércol de cabra sobre la producción de hoja, tallo leñoso, materia seca total y biomasa comestible (Cuadro 12).

Las regresiones obtenidas para la producción de biomasa de hoja y comestible en tm MS/ha/año en función de la cantidad de estiércol aplicado ( $Y_{\text{hoja}}=5,73 +0,002X$ ;  $r^2= 0,93$ ;  $p<0,05$  y  $Y_{\text{com}}=7,6 + 0,003$ ;  $r^2=0,98$ ;  $p<0,05$ ), muestran que la producción de hojas con el mayor nivel de estiércol, fue 15% superior al tratamiento sin fertilizante y 16 % mayor en el caso de la biomasa comestible. En un experimento similar, pero con Morera, también se observo un efecto lineal de la aplicación de estiércol sobre la producción de los componentes de la biomasa (Benavides y Lachaux, 1992).



**Cuadro 11. Materia seca (MS) producida por componente de la biomasa de Amapola según frecuencia de poda.**

Componente tm ms/ha	Podas/año	
	3	4
Hojas	6,3	7,4
Tallo tierno	2,2	2,2
Tallo leñoso <sup>1</sup>	9,5 <sup>a</sup>	5,5 <sup>b</sup>
Total	18,0 <sup>a</sup>	15,1 <sup>b</sup>
Comestible	8,5	9,6

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

**Cuadro 12. Materia seca producida por componente de la biomasa de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.**

Componente tm MS/ha	Nivel de estiércol				NH <sub>4</sub> -NO <sub>3</sub>
	0	240	360	480 <sup>1</sup>	480 <sup>1</sup>
Hojas <sup>2</sup>	5,8 <sup>c</sup>	6,2 <sup>bc</sup>	6,9 <sup>b</sup>	7,1 <sup>b</sup>	8,1 <sup>a</sup>
Tallo tierno	1,9 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,1 <sup>b</sup>	2,4 <sup>ab</sup>	2,7 <sup>a</sup>
Tallo leñoso	6,3 <sup>c</sup>	6,6 <sup>c</sup>	7,9 <sup>b</sup>	7,6 <sup>b</sup>	8,9 <sup>a</sup>
Total	14,0 <sup>c</sup>	14,9 <sup>bc</sup>	16,9 <sup>b</sup>	17,1 <sup>b</sup>	19,7 <sup>a</sup>
Comestible	7,7 <sup>c</sup>	8,3 <sup>bc</sup>	9,0 <sup>bc</sup>	9,5 <sup>b</sup>	10,8 <sup>a</sup>

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,05$ )

La producción obtenida con NH<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub> fue significativamente mayor que la obtenida con estiércol en términos equivalentes de nitrógeno, siendo 15,2 y 13,7 % mayor para biomasa total y comestible, respectivamente (Figura 4). Este resultado difiere de lo reportado con Morera, con la que se observó una mayor producción con el nivel más alto de estiércol, que con NH<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub> a niveles iguales de nitrógeno (Benavides y Lachaux, 1992). Sin embargo, se debe de tomar en cuenta que, con el uso de NH<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub> el aporte que se hace al suelo es únicamente de nitrógeno el cual

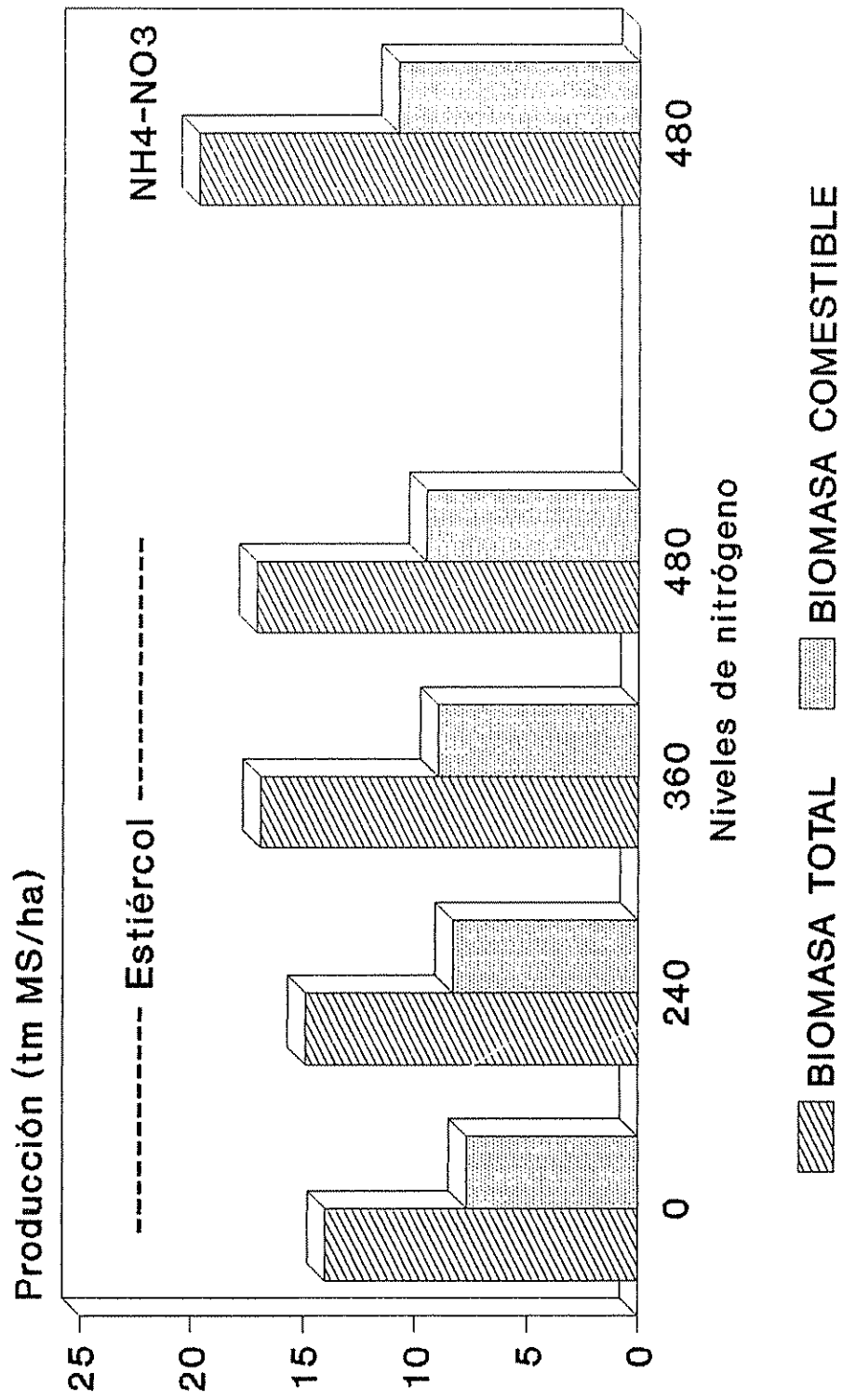


Figura 4. Efecto de la aplicación de estiércol y  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$  sobre la producción de biomasa comestible y total de Amapola

por ser más fácilmente degradable es absorbido por las raíces más rápidamente y su efecto sobre la producción de biomasa es más inmediato. Con el estiércol se necesita un proceso de descomposición y liberación del nitrógeno insoluble lo que hace que su incorporación al suelo sea más lenta. Esto es independientemente del efecto de la aplicación de materia orgánica al suelo sobre las características físicas y químicas del mismo (Fassbender, 1982).

#### 4.1.4. Producción de proteína y materia seca digestible.

Los análisis de varianza (Cuadros 17A, 18A y 19A) mostraron que por efecto de poda no existieron diferencias significativas sobre la cantidad de PC producida. Sin embargo se observó un incremento importante en la producción de PC de hoja y PC total a una mayor frecuencia de poda. De igual forma no existieron diferencias estadísticas (Cuadros 20A, 21A y 22A) en la producción de materia seca digestible de hoja y material comestible (Cuadro 13). Sin embargo se encontró también un importante incremento con la mayor cantidad de podas por año.

Cuadro 13. Proteína cruda (PC) y materia seca digestible (MSD) producidas de hoja, tallo tierno y total de Amapola según frecuencia de poda.

Componente	Podas/año		Podas/año	
	3	4	3	4
	PC, tm/ha/año		MSD, tm/ha/año	
Hojas	1,3	1,6	3,7	4,5
Tallo tierno	0,2	0,2	1,4	1,4
Total	1,5	1,8	5,1	5,9

La producción de PC es similar a la producida con poró sembrado a una distancia de 3x2 m (Rodríguez, 1985; Libreros, 1990) e inferior a la reportado para la Morera con el mismo número de podas y densidad de siembra utilizadas en este experimento (Benavides y Lachaux, 1992).

En la producción de PC total, existe una diferencia del 25% entre el tratamiento sin abono y el de mayor nivel de estiércol. En el caso de la MSD total la diferencia fue del 24%. La producción de proteína y de MSD fue mayor en el tratamiento donde se utilizó  $\text{NH}_4\text{-NO}_3$ ; siendo en el primer caso 34% superior al de mayor cantidad de estiércol y 21% más alto en el segundo.

La producción de PC y MSD de hoja y biomasa comestible (Cuadros 14 y 15), es inferior a la reportada para Morera con los mismos niveles de fertilización (Benavides y Lachaux, 1992). En el caso del tallo tierno los valores son mayores para la Amapola.

#### 4.1.5. Suelo

En los cuadros 16-1 y 16-2 se presentan los contenidos de nutrientes, materia orgánica y pH del suelo a 10, 20 y 40 cm de profundidad correspondientes al muestreo inicial de los suelos en donde se realizó el trabajo de evaluación agronómica para la producción de biomasa de Amapola.

De acuerdo a las guías de análisis de suelo utilizados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el CATIE y en base a patrones de comparación de Bertsch (1987) y de Hardy (Citado por Aguirre, 1971), se determinaron los niveles críticos de cada elemento. Como se puede observar el pH es ácido (5.26 en promedio), el contenido de materia orgánica alcanza valores altos, principalmente en las capas superficiales (10 y 20 cm), y el nitrógeno total es de medio a alto.

Cuadro 14. Producción de proteína cruda de hoja, tallo tierno y total de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo.

Componente tm PC/ha	Niveles de estiércol				NH <sub>4</sub> -NO <sub>3</sub>
	0	240	360	480 <sup>1</sup>	480 <sup>1</sup>
Hojas <sup>2</sup>	1,17 <sup>c</sup>	1,28 <sup>bc</sup>	1,43 <sup>b</sup>	1,45 <sup>b</sup>	1,97 <sup>a</sup>
Tallo tierno	0,17 <sup>c</sup>	0,18 <sup>c</sup>	0,19 <sup>bc</sup>	0,23 <sup>b</sup>	0,28 <sup>a</sup>
Total	1,34 <sup>c</sup>	1,46 <sup>bc</sup>	1,62 <sup>b</sup>	1,68 <sup>b</sup>	2,25 <sup>a</sup>

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,001$ )

Cuadro 15. Producción de materia seca digestible de hoja, tallo tierno y total de Amapola según nivel de estiércol aplicado al suelo

Componente tm MSD/ha	Niveles de estiércol				NH <sub>4</sub> -NO <sub>3</sub>
	0	240	360	480 <sup>1</sup>	480 <sup>1</sup>
Hojas <sup>2</sup>	3,4 <sup>c</sup>	3,6 <sup>bc</sup>	4,1 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	5,2 <sup>a</sup>
Tallo tierno	1,2 <sup>c</sup>	1,3 <sup>bc</sup>	1,4 <sup>bc</sup>	1,6 <sup>ab</sup>	1,7 <sup>a</sup>
Total	4,6 <sup>c</sup>	4,9 <sup>bc</sup>	5,5 <sup>b</sup>	5,7 <sup>b</sup>	6,9 <sup>a</sup>

1/ Equivalencia en kg de N/ha/año.

2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

Cuadro 16-1. Contenido de minerales en el muestreo inicial de los suelos del experimento.

Prof cm	N %	P mg/l	K meq/100 ml	Ca ml	Mg suelo	Cu	Zn mg/l	Mn
10	0,39	13,98	0,41	4,87	1,53	13,73	3,48	95,00
20	0,34	10,25	0,33	4,59	1,47	13,90	3,08	87,50
40	0,16	4,98	0,30	4,84	1,34	14,08	2,60	55,28
Prom	0,30	9,73	0,35	4,76	1,45	13,90	3,05	79,26

Cuadro 16-2. Acidez y contenido de materia orgánica en el muestreo inicial de los suelos del experimento.

Profundidad cm	pH agua	Acidez extraíble	M.O. %
10	5,15	0,39	7,98
20	5,20	0,43	7,30
40	5,43	0,24	3,23
Promedio	5,26	0,35	6,17

Los valores, en el caso del fósforo, fueron bajos; para el magnesio y potasio, los valores van de medios a bajos; para el calcio y el cobre se encontraron valores medios y para el manganeso los valores fueron altos. El análisis de materia orgánica se realizó con el fin de evaluar el comportamiento físico del material a utilizar, con la expectativa de ver los cambios químicos a largo plazo. El pH será un indicador de la influencia de la materia orgánica (estiércol de cabra), el manejo y las condiciones de sitio (clima). Con el nitrógeno y minerales identificaron las condiciones base del experimento. En general el suelo se puede considerar como de fertilidad mediana a baja.

#### 4.1.6. Eficiencia de la fertilización.

Durante este primer año de evaluación se puede decir que la Amapola mostro una mediana capacidad de conversión en biomasa del fertilizante aplicado .

Para la eficiencia de utilización del nitrógeno aplicado, se obtuvo una recuperación del 15,5%. Sin embargo, como se señaló anteriormente, la liberación del nitrógeno del estiércol es más lenta que el fertilizante químico por lo que se espera que, esta

eficiencia, se mejore y que las características químicas del suelo se mantengan debido a que, además de nitrógeno, el estiércol aporta otros nutrientes al suelo (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Análisis químico del estiércol de cabra aplicado en el experimento de producción de biomasa de Amapola.**

No. de muestra	N	P	Ca	Mg	K	Cu	Zn	Mn
	%					mg/l		
1	2,35	0,91	3,42	1,03	1,75	36	160	624
2	2,51	0,91	3,67	1,13	0,47	62	220	968
3	2,33	0,63	2,92	0,94	2,36	28	192	528
4	2,56	0,65	3,22	1,03	1,83	34	144	528
5	2,35	0,91	2,57	0,79	3,32	44	164	734
6	1,83	0,86	2,71	0,75	2,24	44	160	732
Prom	2,32	0,81	3,09	0,95	2,00	41	173	685

Benavides y Lachaux (1992) con datos de dos años, encontrarán que, al aplicar estiércol a la Morera, la producción de biomasa se incremento durante el segundo año.. Esto se atribuye al efecto de otros nutrientes aplicados en el estiércol. Se espera que este mismo efecto ocurra para la Amapola.

## 4.2. Efecto de la suplementación con follaje de Amapola sobre la producción de leche de cabras.

### 4.2.1. Calidad del alimento ofrecido.

En el cuadro 18 se muestran los contenidos de MS, PC y la DIVMS del pasto ofrecido, rechazado y consumido; así como de la hoja de Amapola ofrecida. El pasto muestra una mejor calidad que la reportada en trabajos anteriores (Benavides, 1983; Samur, 1984; Rodríguez, 1984; Benavides et al., 1985; Castro, 1989), en los cuales los valores estuvieron entre 6,8 y 9,1% para la PC y entre 47 a 50% para la DIVMS. Sin embargo es de menor calidad que la informada en trabajos más recientes (Rojas y Benavides, 1992; Benavides et al., 1992), en los cuales los valores estuvieron entre 10,2 a 12,5% para la PC y 55,4 a 55,5% para la DIVMS. La variación encontrada puede atribuirse a factores climáticos que influyeron durante el tiempo que duró el experimento o a la edad de corte del pasto.

En la Amapola los valores para materia seca son similares a los reportados por Jegou et al., (1991) y Lapoyade (1991). En el caso de la PC los resultados son parecidos a los encontrados por Lapoyade (1991) y Araya (1991) y superiores a los reportados por Martínez (1991). La DIVMS fue similar a la encontrada por Lapoyade y muy inferior a la reportada por Martínez (1991); Araya, (1991); Jegou et al. (1991) y Rojas (1991).

**Cuadro 18. Contenido de materia seca, proteína cruda y DIVMS del pasto y la Amapola utilizados en el experimento.**

Alimento	% MS	% PC	% DIVMS
Pasto ofrecido	21,7	9,7	52,8
Pasto rechazado	24,5	6,5	49,8
Pasto consumido		11,2	54,5
Amapola	18,5	24,1	64,7



#### 4.2.2. Consumo de materia seca, proteína cruda y materia seca digestible.

Como se esperaba hubo efecto de selección en el pasto consumido sobre todo en lo que se refiere a PC. Esto se puede notar en la diferencia que existe entre la PC del pasto ofrecido y del consumido. Este mismo efecto es reportado también en trabajos de suplementación con Morera, y de Poró con banano (Gutiérrez, 1983; Samur, 1984; Castro, 1989; Rodríguez, 1989; Rojas y Benavides, 1992). En vacas lecheras suplementadas sólo con poró, se ha observado este mismo efecto (Corado, 1991). La energía digestible (ED) observó ésta misma tendencia.

En el cuadro 19 se puede observar como, a medida que se incrementó el consumo de Amapola, los contenidos de PC y ED de la materia seca total consumida aumentaron significativamente. Este efecto fue más marcado en el caso de la proteína. Esto concuerda con lo reportado en cabras suplementadas con Morera (Rojas y Benavides, 1992). Lo anterior muestra la capacidad de selección que caracteriza a las cabras las cuales, aun cuando se les ofreció pasto en cantidad suficiente para que hubiera rechazos del 25%, seleccionaron fracciones de mayor calidad. Esto según Sands (1983), se debe a que el tamaño de la boca y los labios prensiles le dan la oportunidad de escoger lo más nutritivo del material disponible. No se observaron efectos entre los grupos de cabras en ambos parámetros.

El nivel de consumo de materia seca total (kg MS/an/día) y como porcentaje de peso vivo (%PV) fué elevado (Cuadros 20 y 21) y muy superior a lo reportado en otros trabajos similares en donde se utilizó Amapola como suplemento y cuyos valores varían entre 2,15 a 2,9 %PV (Jegou *et al.*, 1991; Lapoyade, 1991; Martínez, 1990). En animales de la misma talla y estado fisiológico y alimentados con el mismo tipo pasto y follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) más banano, se reportan consumos menores a los encontrados en el presente trabajo (Samur, 1984;

Esnaola y Ríos, 1986; Castro, 1989). Esto puede deberse a la menor producción de leche de los animales y a los menores niveles de Poró utilizados como suplemento. Rojas y Benavides (1992) con cabras alimentadas con pasto y diferentes niveles de Morera como suplemento (1,0; 1,7; 2,5 y 3,4% PV) reportan consumos similares de materia seca total (1,77; 1,9; 2,16 y 2,27 kg MS/an/día).

Cuadro 19. Contenido de proteína cruda (PC) y energía digestible de la dieta de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.

Grupo de cabras	Nivel de Amapola, % P.V.				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
PC, %					
Lactación temprana	14,6	16,8	18,8	20,7	17,7
Lactación avanzada	13,9	15,9	18,0	19,9	16,9
Promedio <sup>1</sup>	14,2 <sup>d</sup>	16,3 <sup>c</sup>	18,4 <sup>b</sup>	20,3 <sup>a</sup>	
ED, Mcal/kg MS					
Lactación temprana	2,4	2,5	2,6	2,7	2,5
Lactación avanzada	2,6	2,6	2,7	2,7	2,6
Promedio	2,5 <sup>c</sup>	2,5 <sup>b</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,7 <sup>a</sup>	

1/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

Se detectó un nivel de consumo similar en todos los casos, encontrándose un ligero aumento en el consumo en cabras de lactancia reciente. Las cabras del grupo con lactancia avanzada, aun cuando su producción de leche fué menor, tenían un mayor peso al iniciar el experimento que las de lactación temprana. Dentro de este último grupo una cabra no respondió tanto en producción de leche como en aumento de peso ya que sus aumentos fueron los más bajos del grupo. Galina (1984) menciona que los consumos máximos en cabras ocurren a la mitad de la lactancia, lo cual puede ser otro factor que explique el similar consumo entre los dos grupos de cabras.

**Cuadro 20. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de materia seca (MS) total y pasto en cabras lecheras.**

Grupo de cabras	Consumo de Amapola, % P.V. <sup>1</sup>				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
	Consumo MS total, % P.V.				
Lactancia temprana	1,60	1,81	2,02	2,20	1,91
Lactancia avanzada	1,56	1,83	2,04	2,25	1,91
Promedio <sup>2</sup>	1,58 <sup>d</sup>	1,82 <sup>b</sup>	2,03 <sup>b</sup>	2,23 <sup>a</sup>	
	Consumo de MS de pasto, % P,V,				
Lactación temprana	1,21	1,06	0,88	0,66	0,95
Lactación avanzada	1,15	1,00	0,80	0,59	0,88
Promedio	1,18 <sup>a</sup>	1,03 <sup>b</sup>	0,84 <sup>b</sup>	0,63 <sup>c</sup>	

1/ En base seca, 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

**Cuadro 21. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de materia seca (MS) total y pasto en cabras lecheras estabuladas**

Grupo de cabras	Consumo MS de Amapola, % PV <sup>1</sup>				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
	Consumo MS total, % P.V.				
Lactación temprana	3,63	4,10	4,58	4,99	4,33
Lactación avanzada	3,39	3,98	4,43	4,89	4,17
Promedio <sup>2</sup>	3,51 <sup>d</sup>	4,04 <sup>c</sup>	4,51 <sup>b</sup>	4,94 <sup>a</sup>	
	Consumo de MS de pasto, % P,V.				
Lactación temprana	2,74	2,40	1,99	1,50	2,16
Lactación avanzada	2,50	2,17	1,74	1,28	1,92
Promedio	2,62 <sup>a</sup>	2,29 <sup>b</sup>	1,87 <sup>c</sup>	1,39 <sup>d</sup>	

1/ En base seca. 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

Los resultados de consumo concuerdan con lo mencionado por otros autores en cuanto a que la cabra necesita de un mínimo de MS equivalente a 3,5 a 4% PV para mantener niveles razonables de producción de leche; y que las cabras lecheras en el trópico consumen alrededor del 4 a 5 % del peso vivo (Devendra y McLeroy, 1982; Johnson, 1990; Galina, 1984).

De acuerdo a los datos presentados (Figuras 5 y 6), se puede observar que hubo un efecto aditivo y significativo del consumo total de materia seca por efecto del incremento en el nivel de suplementación con follaje de Amapola. Por otra parte también se observó un fuerte efecto sustitutivo del consumo de pasto por efecto del consumo creciente de materia seca de Amapola. Ambos efectos se deben a la mejor calidad nutritiva y mayor aceptabilidad de la Amapola.

Si se analizan los coeficientes de las ecuaciones de regresión de las figuras 5 y 6 se puede notar que el efecto +aditivo fue ligeramente mayor que el sustitutivo. Esto implica que por cada kilo de incremento en el consumo de Amapola, se incrementó en aproximadamente 0,21 kg el consumo total de materia seca y se dejó de consumir 0,18 kg de MS de pasto, lo cual está relacionado a la mayor demanda nutricional de las cabras producto del aumento en producción de leche. Efectos aditivos y sustitutivos similares son reportados también en cabras y bovinos suplementadas con Poró (Pineda, 1986; Esnaola y Ríos, 1983; Vargas, 1987) y con Morera (Velazquez, 1992; Rojas y Benavides, 1992; Benavides *et al.*, 1992).

Al analizar los datos de consumo de proteína cruda se puede observar un efecto sustitutivo similar sobre el consumo de PC del pasto al incrementar el consumo de Amapola ( $Y_{pp} = 154,1 - 22,2X$ ;  $r^2=0,98$ ;  $p<0,006$ ) y un mayor efecto aditivo sobre el consumo de proteína cruda total ( $Y_{pt} = 146,7 + 89,2X$ ;  $r^2=0,99$ ;  $p<0,001$ ). (Cuadro 22).

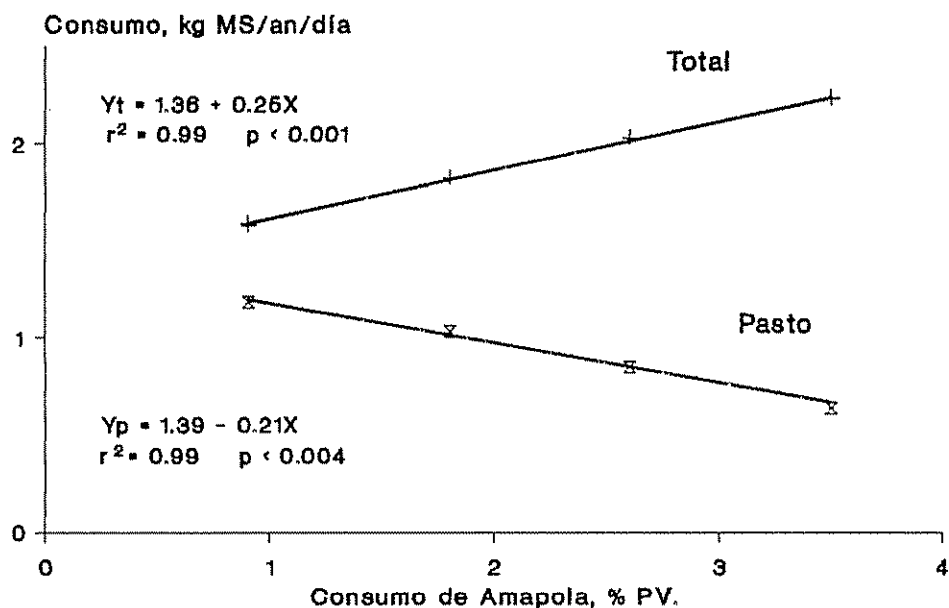


Figura 5. Efecto del consumo de diferentes niveles de Amapola sobre el consumo total y de pasto en cabras lactantes.

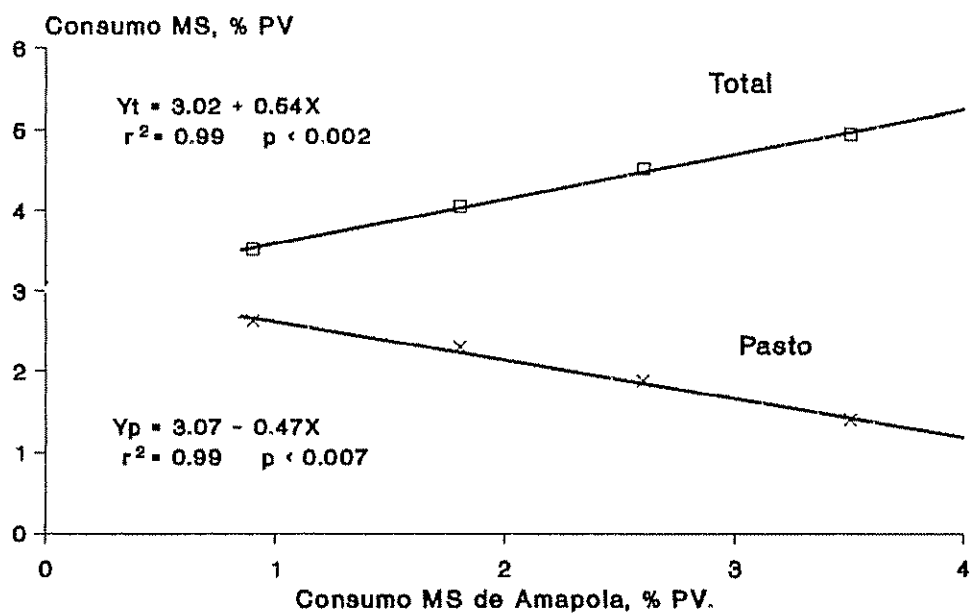


Figura 6. Efecto del consumo de diferentes niveles de Amapola sobre el consumo total y de pasto en cabras lactantes.

Para el consumo de materia seca digestible (Cuadro 23), se encontraron tendencias similares a las observadas con la materia seca total pudiendose describir los efectos también en forma de regresión ( $Y_d = 0,75 - 0,11X$ ;  $r^2=0,99$ ;  $p<0,01$  y  $Y_{dt} = 0,73 + 0,18X$ ;  $r^2=0,99$ ;  $p<0,001$ ), donde  $X$  es el consumo de hojas de Amapola,  $Y_d$  el consumo de materia seca digestible de pasto y  $Y_{dt}$  el de materia seca digestible total consumida. Los efectos aditivo y sustitutivo que la Amapola tiene sobre el consumo de PC y de materia seca digestible son similares a los de consumo de MS. Esto se debe a la correlación existente entre el consumo de MS y el consumo de PC y MSD. Estos efectos también se han observado al suplementar cabras con Morera y Poró (Benavides, 1983, Esnaola y Ríos 1985; Pineda, 1986; Rojas y Benavides, 1992)..

Cuadro 22. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de proteína cruda (PC) total y de pasto en cabras lecheras.

Grupo de cabras	Nivel de Amapola, % P.V. <sup>1</sup>				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
	Consumo de proteína total, gr/an/día				
Lactación temprana	227	301	382	450	340
Lactación avanzada	227	306	387	462	345
Promedio <sup>2</sup>	227 <sup>d</sup>	304 <sup>c</sup>	385 <sup>b</sup>	456 <sup>a</sup>	
	Consumo de proteína del pasto, gr/an/día				
Lactancia temprana	133	118	101	76	107
Lactancia avanzada	130	113	96	72	105
Promedio	132 <sup>a</sup>	116 <sup>b</sup>	99 <sup>c</sup>	74 <sup>d</sup>	

1/ En base seca. 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p<0,01$ )

**Cuadro 23. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el consumo de materia seca digestible (MSD) total y de pasto en cabras lecheras.**

Grupo de cabras	Nivel de Amapola, % P.V. <sup>1</sup>				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
	Consumo de MSD total, kg/an/día				
Lactación temprana	0,87	1,03	1,19	1,33	1,1
Lactación avanzada	0,92	1,11	1,25	1,41	1,3
Promedio <sup>2</sup>	0,89 <sup>d</sup>	1,07 <sup>c</sup>	1,22 <sup>b</sup>	1,37 <sup>a</sup>	
	Consumo de MSD del pasto, kg/an/día				
Lactancia temprana	0,58	0,54	0,46	0,33	0,47
Lactación avanzada	0,85	0,69	0,57	0,45	0,64
Promedio	0,71 <sup>a</sup>	0,61 <sup>b</sup>	0,51 <sup>c</sup>	0,39 <sup>d</sup>	

1/ En base seca. 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

#### 4.2.3 Relación proteína cruda/energía digestible.

En el cuadro 24 se puede ver la relación entre el consumo total de PC y ED según tratamientos. La tendencia encontrada muestra que, al aumentar el consumo de Amapola, se incrementa la proporción de proteína en relación a la energía. Una adecuada relación entre los niveles de nitrógeno y energía garantiza un ambiente ruminal favorable y con ello una eficiente síntesis microbiana de nutrientes para el animal (Castro, 1989). De igual forma la cantidad de proteína absorbida en relación a la energía esta estrechamente relacionada con el nivel de producción alcanzado (Preston y Leng, 1990). Esto concuerda con lo reportado en vacas en pastoreo y suplementadas con poró en donde se encontró una relación directa entre la producción diaria de leche y la ingesta de PC y de ED (Corado, 1991). En cabras consumiendo Morera, Rojas y Benavides (1992) encontraron que al aumentar la producción de leche, el consumo de proteína y de energía digestible aumentaban.

Cuadro 24. Relación entre el consumo de proteína cruda y el de energía digestible (g/mcal) en cabras lactantes alimentadas con pasto y hojas de Amapola.

Grupo de cabras	Nivel de Amapola, % P.V. <sup>1</sup>				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
Lactación temprana	59,4	66,1	72,2	76,6	68,6
Lactación avanzada	56,2	61,9	69,8	74,1	65,5
Promedio <sup>2</sup>	57,8 <sup>d</sup>	64,0 <sup>c</sup>	71,0 <sup>b</sup>	75,3 <sup>a</sup>	

1/ En base seca. 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

#### 4.2.4. Producción y calidad de la leche.

La producción de leche aumentó significativamente a medida que se incremento el nivel de suplementación con Amapola (Figura 7). El incremento en la producción de leche por efecto de la suplementación con hojas de Amapola fue mayor que el detectado por Hernández y Benavides (Datos sin publicar) con niveles más bajos de Amapola.

La respuesta fue también superior a la observada en trabajos con cabras lecheras alimentadas también con pasto y suplementadas con follaje de Poró y fruto de banano (Samur, 1984; Esnaola y Ríos, 1986; Castro, 1989), e inferior a lo reportado en trabajos donde se utilizaron similares niveles de suplementación pero con follaje de Morera (Rojas y Benavides, 1992). Esto se debe a la mayor DIVMS de la Amapola con relación al Poró y menor en relación a la Morera. Esta diferencia permite un mayor aporte de energía digestible a medida que aumenta la DIVMS yb explica la diferencia en producción de leche ya que, a mayor consumo de energía, el animal tiene una mayor capacidad para producir más leche.



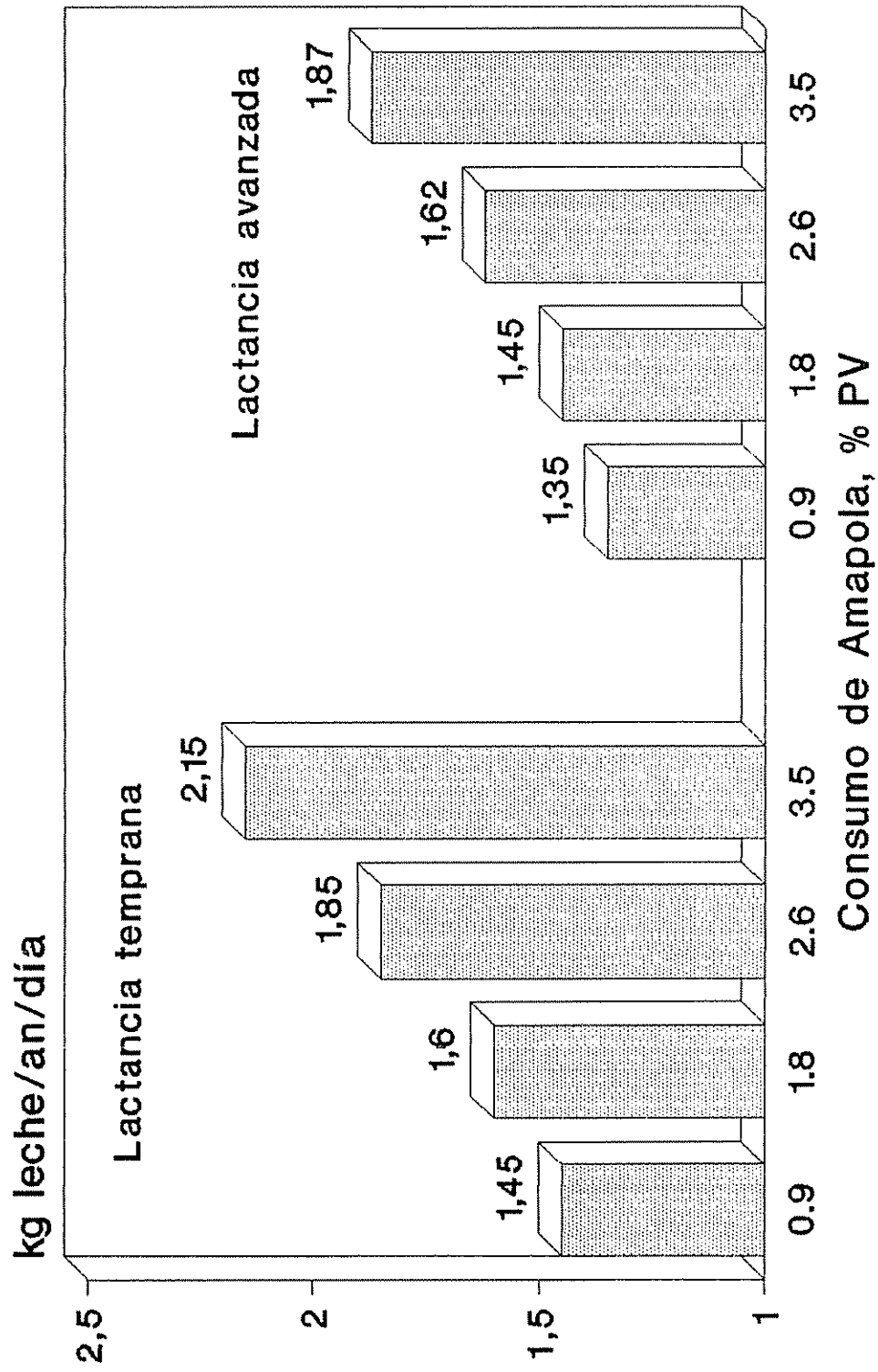


Figura 7. Producción de leche en cabras alimentadas con pasto y diferentes niveles de Amapola.

La producción obtenida en base al peso metabólico ( $P^{0,75}$ ) con el tratamiento con mayor cantidad de Amapola equivale a una producción de 10,3 kg de leche en una vaca de 400 kg de peso vivo. La respuesta en producción de leche con respecto al consumo de Amapola se puede explicar por medio de una regresión lineal (Figura 8), donde  $Y_1$  es la producción de leche fresca en kg an/día y  $X$  es el consumo de Amapola en kg MS/an/día. Esnaola y Ríos (1985), encontraron una relación cuadrática entre el consumo de Poró y la producción de leche en cabras alimentadas con pasto y banano. Rojas y Benavides (1992) también encontraron una relación positiva entre ambos parámetros en cabras suplementadas con Morera.

Aunque no se detectaron diferencias significativas en los niveles de sólidos totales y proteína de la leche (Cuadro 25), si se pudo observar un incremento en ambos casos. Para la proteína los niveles fueron menores que los encontrados en cabras de lactancia avanzada y reciente suplementadas con poró y banano pero con un menor nivel de producción de leche, (Samur, 1984). La explicación de esta diferencia se debe a la dilución que sufren estos componentes al aumentar la cantidad de leche producida. Los contenidos de sólidos totales presentan valores similares a los observados en cabras suplementadas con diferentes niveles de Morera (Rojas y Benavides, 1992; Benavides *et al.*, 1992).

La leche de los animales de lactancia temprana y avanzada presentaron similar nivel de grasa. Los niveles fueron menores que los observados en animales con lactancia reciente y avanzada suplementados con Poró y banano pero de menor nivel de producción de leche (Samur, 1984). En otros trabajos en donde se utilizó Poró y banano; Madero negro y banano y Morera, los contenidos de grasa fueron muy similares a los del presente trabajo (Castro, 1989; Rodríguez, 1989; Rojas y Benavides, 1992; Benavides *et al.*, 1992).

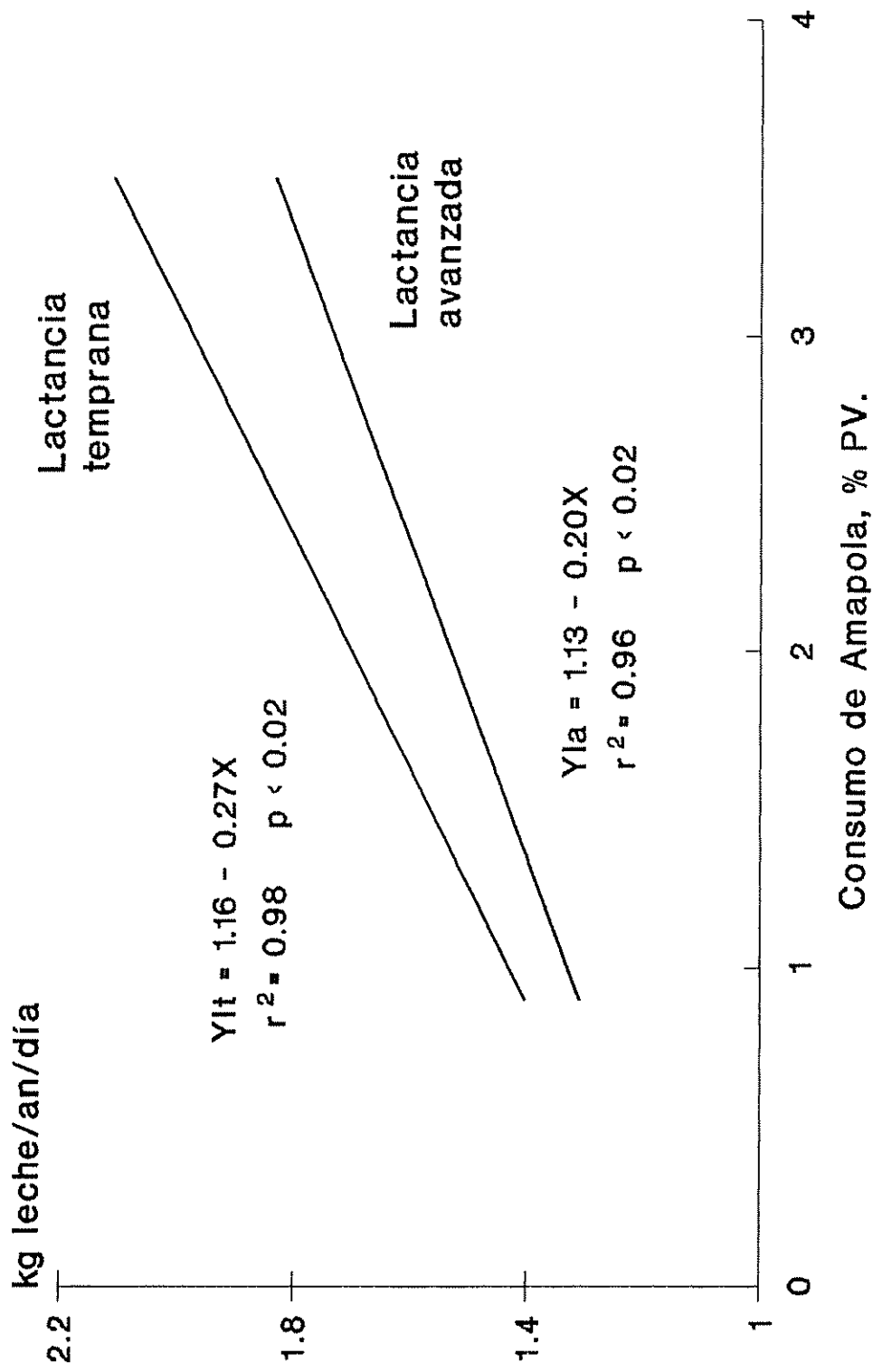


Figura 8. Efecto del consumo de diferentes niveles de amapola sobre la producción de leche en cabras.

**Cuadro 25. Efecto de la suplementación con Amapola sobre el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche en cabras.**

Grupo de cabras	Nivel de Amapola, % P.V. <sup>1</sup>				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
<b>Grasa, %</b>					
Lactación temprana	3,0	3,2	3,3	3,2	3,2
Lactación avanzada	3,1	3,0	3,3	3,1	3,1
Promedio <sup>2</sup>	3,1 <sup>b</sup>	3,1 <sup>b</sup>	3,3 <sup>a</sup>	3,1 <sup>b</sup>	
<b>Proteína, %</b>					
Lactancia temprana	3,4	3,4	3,5	3,5	3,4
Lactancia avanzada	2,8	3,1	3,2	3,1	3,0
Promedio	3,1	3,2	3,3	3,3	
<b>Sólidos totales, %</b>					
Lactación temprana	10,7	11,0	11,3	11,2	11,0
Lactación avanzada	10,7	10,3	11,0	11,4	10,9
Promedio	10,7	10,6	11,1	11,3	

1/ En base seca. 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

#### 4.2.5. Eficiencia de utilización de los alimentos

No se observaron diferencias para el consumo de MS por unidad de producción de leche por efecto del incremento en el nivel de Amapola (Cuadro 26). No obstante hubo un efecto en cuanto al consumo de proteína y energía, observándose que, a mayores niveles de Amapola, y por ende, mayor producción de leche, aumentó el consumo de ambos nutrimentos por cada kilo de leche producida. Esto se debe a que los animales con mayor producción necesitan de una mayor cantidad de nutrimentos para poder cubrir sus requerimientos. Así mismo se observó una mayor eficiencia en el grupo de cabras de mayor producción ya que, a pesar de que el consumo fue similar, la producción fue mayor.

**Cuadro 26. Relación del consumo de materia seca total, energía digestible y proteína cruda (PC) con la producción de leche en cabras suplementadas con Amapola.**

Grupo de cabras	Consumo MS de Amapola, % PV <sup>1</sup>				Promedio de grupo
	0,9	1,7	2,5	3,4	
	MS total, kg/kg leche				
Lactación temprana	1,10	1,13	1,09	1,02	1,09
Lactación avanzada	1,16	1,26	1,26	1,20	1,22
Promedio	1,13	1,20	1,18	1,11	
	ED, Mcal/kg leche				
Lactación temprana	2,52	2,82	2,87	2,75	2,75
Lactación avanzada	3,80	3,72	3,77	3,77	3,76
Promedio	3,16	3,27	3,32	3,26	
	PC, gr/kg leche				
Lactación temprana	156,6	188,1	206,5	209,3	190,1
Lactación avanzada	168,1	211,0	238,9	247,1	216,3
Promedio <sup>2</sup>	162,4 <sup>b</sup>	199,6 <sup>a</sup>	222,7 <sup>a</sup>	228,2 <sup>a</sup>	

1/ En base seca, 2/ Valores con igual letra horizontal no difieren estadísticamente ( $p < 0,01$ )

Como se esperaba, se observó una mayor ganancia de peso en los animales de menor producción ya que en promedio pesaron 1.25 kg más que las de lactancia reciente. Esto se puede explicar debido a que los nutrimentos utilizados para la producción de leche fueron menores y los animales los utilizaron para recuperar peso (Cuadro 27).

**Cuadro 27. Peso vivo inicial y final de cabras lactantes alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de hojas de Amapola.**

	Lactancia temprana	Lactancia avanzada
Peso inicial	43,3	44,5
Peso final	45,0	47,5
Ganancia peso, kg/an	1,7	3,0

#### 4.2.6. Balance alimentario

En el cuadro 28 se puede apreciar el balance alimentario de acuerdo a los consumos de Amapola, producción de leche y contenido de grasa. Como se puede observar existe un balance positivo en cuanto a proteína incrementándose a medida que aumentan los niveles de Amapola en la dieta. Este exceso de proteína se puede deber a que las dietas fueron en base a niveles de Amapola y por lo tanto no estaban balanceadas de acuerdo al nivel de producción. En el tratamiento número cuatro puede verse como el consumo de proteína fue el doble de los requerimientos. Al observar el consumo de proteína de acuerdo al nivel de Amapola en la dieta, se puede ver que, el consumo del nivel más bajo (227 g/día) es suficiente para cubrir los requerimientos de proteína de las cabras con mayor producción (216 g/día).

**Cuadro 28. Balance alimentario de cabras suplementadas con diferentes niveles de hoja de Amapola.**

	Nivel de Amapola, % P.V. <sup>1</sup>			
	0,9	1,7	2,5	3,4
<b>Requerimiento PC, g/an/día<sup>2</sup></b>				
Mantenimiento	79,8	85,8	84,3	86,4
Producción	90,7	98,8	115,2	130,2
Total	170,5	184,6	199,5	216,6
<b>Consumo PC, g/an/día</b>				
Consumo PC, g/an/día	227,0	304,0	385,0	456,2
Balance PC, g/an/día	56,5	119,4	185,5	239,6
<b>Req, ED, Mcal/an/día</b>				
Mantenimiento	2,56	2,75	2,70	2,77
Producción	2,09	2,28	2,60	3,00
Total	4,65	5,03	5,30	5,77
<b>Consumo ED, Mcal/an/día</b>				
Consumo ED, Mcal/an/día	3,95	4,55	5,28	6,02
Balance ED, Mcal/an/día	-0,70	-0,48	0,02	0,25

1/ En base seca. 2/ Requerimientos calculados en base a NRC (1981)

Analizando los datos de energía digestible, se puede ver que existió un déficit para los dos primeros tratamientos. Este déficit, fue disminuyendo a medida que se incrementó el nivel de Amapola en la dieta. Esto nos hace pensar que, debido a la falta de alimento energético en la dieta, el exceso de Amapola fue utilizada como energía. Por lo anterior es necesario realizar trabajos en donde se utilice el nivel más bajo de Amapola con el cual se cubren los requerimientos de proteína y adicionarle diferentes niveles de alimentos energéticos con el fin de observar la respuesta por parte del animal.

#### 4.3. Análisis económico.

Los resultados del análisis económico (Cuadro 29), muestran que el costo de establecimiento de una hectárea de Amapola con la utilización de estiércol de cabra como fertilizante fue de US\$ 685,97. El uso de estiércol de las mismas cabras permite más flexibilidad económica ya que no se tienen que hacer erogaciones en efectivo para la compra de fertilizante. El precio de un kilogramo de materia seca comestible de Amapola puesto en el comedero, fue de US\$ 0,18, mientras que el kilogramo de materia verde fue de US\$ 0,036.

En el caso del King grass, el costo de establecimiento de una hectárea fue de US\$ 585,63 y el valor de un kilogramo de materia seca puesto en el comedero fue de US\$ 0,03 y de 0,005 para el kilogramo de materia verde (Cuadro 30).

Como se puede ver los costos de la Amapola son inferiores a los de los concentrados comerciales. Esto hace que el follaje de Amapola represente una alternativa económica como suplemento en sistemas de producción en donde la alimentación sea a base de forrajes de baja calidad.

Cuadro 29. Costo de establecimiento de una hectárea de Amapola y de un kilogramo de MS puesto en el comedero.

	# horas	Costo/unidad	Total US\$
<b>Establecimiento<sup>1</sup></b>			
- Siembra y cuerdiada	109	0,77	83,93
- Fertilización	91	0,77	70,07
- Preparación estacas	25,2	0,77	19,40
- Semilla			330,57
- Preparación de la tierra			181,60
TOTAL			685,57
<b>Otros gastos</b>			
- Estiércol			178,00
- Aplicación de estiércol	224	0,77	172,48
- Corte y acarreo	213	0,77	164,01
- Picada	150	0,77	115,50
- Distribución en comederos	142	0,77	109,34
- Repuestos/mantenim. picadora			109,00
TOTAL			848,33
<b>Otros gastos no monetarios<sup>2</sup></b>			<b>277,93</b>
<b>Gastos totales/ha/Año</b>			<b>1,076,26</b>
Costo total/kg MS			0,113
Costo total/kg MV			0,030
Gastos en efectivo :			83% del total de los gastos

Producción de biomasa comestible: 9500kg MS/ha/año

1/ Estos gastos se incluyen como depreciación de la plantación a 15 años

2/ Incluye la depreciación de la plantación (10 años de vida útil) y de la picadora. Esta última con un valor como nuevo de US\$872 una vida útil de 10años.

En el análisis de margen bruto para la producción de leche (Cuadro 31), se puede ver que, en todos los casos, el ingreso es más alto que los gastos por lo que existen beneficios los cuales alcanzan su máximo valor con el tratamiento con mayor cantidad de Amapola. Esto se debe a que en Costa Rica la demanda del producto es bastante superior a la oferta, lo que provoca que el precio por litro de leche de cabra, sea más alto que el de vaca.



Cuadro 30. Costo de establecimiento de una hectárea de king grass y de un kilogramo de MS puesto en el comedero.

INVERSIONES		Costo	Costo
MANO DE OBRA (establecimiento)	#horas	unitario	Total US\$
- Siembra	80,0	0,77	61,60
- Fertilización	4,4	0,77	3,39
- Aplicación de herbicida	2,0	0,77	1.54
EQUIPO, MATERIALES E INSUMOS			
- Preparación de la tierra (alquiler equipo)			182,00
- Semilla			337,50
TOTAL			585,63
OTROS GASTOS			
MANO DE OBRA (anual)			
- Corte y acarreo	250,0	0,77	192,50
- Picada	300,0	0,77	231,00
- Distribución en comederos	150,5	0,77	115,50
MATERIALES			
- Semilla			18,00
- Fertilizante			98,00
- Herbicida			17,00
- Repuestos/mantenim. picadora			108,95
TOTAL			780,95
OTROS GASTOS NO MONETARIOS			
Depreciación picadora (a)			87,20
Depreciación King grass (b)			83,66
Valor de uso de la tierra			145,00
TOTAL			315,86
GASTOS TOTALES/ HA/ AÑO			1,096,81
COSTO TOTAL POR KG DE M.S			0,03
COSTO TOTAL POR KG DE M.V			0,005
Gastos en efectivo :		71% del total de gastos	

(a): Valor a nuevo US\$872. Vida útil: 10 años

(b): Valor a nuevo corresponde a inversión total. Vida útil: 7 años

Si se compara el precio del litro de leche de cabra y de vaca (Cuadros 31 y 32), se puede observar un mayor margen bruto con la leche de cabra. Sin embargo, debe de tomarse en cuenta que el precio de la leche de cabra es un precio especulativo dada la escases del producto en el mercado. En otros trabajos en Costa Rica ha sido demostrada también la alta rentabilidad de la producción de leche de cabra (Navarro, 1983; Rojas, 1992), aún cuando los animales reciben concentrado.

Cuadro 31. Análisis de margen bruto para los diferentes tratamientos (US\$/día) considerando el precio de la leche de cabra.

	Tratamientos			
	1	2	3	4
<b>INGRESOS</b>				
Producción leche (kg/an)	1,40	1,52	1,73	2,01
Precio de la leche <sup>1</sup> , US\$	0,508	0,508	0,508	0,508
Ingreso bruto	0,711	0,772	0,879	1,078
<b>GASTOS</b>				
Consumo Amapola, kg MS/an	0,40	0,79	1,19	1,60
Oferta de pasto, kg MS/an <sup>2</sup>	1,48	1,29	1,05	0,79
Mano de obra:				
- Amapola <sup>3</sup>	0,045	0,089	0,134	0,227
- King grass <sup>3</sup>	0,046	0,040	0,033	0,024
- Sanidad	0,010	0,010	0,010	0,010
- Ordeño	0,060	0,060	0,060	0,060
- Otros <sup>4</sup>	0,040	0,040	0,040	0,040
Insumos:				
- Agua y luz	0,010	0,010	0,010	0,010
- Medicamentos	0,020	0,020	0,020	0,020
- Mantenimiento <sup>5</sup>	0,020	0,020	0,020	0,020
Total gastos efectivo	0,251	0,289	0,327	0,411
Margen bruto/cabra/día	0,460	0,483	0,552	0,667
Como porcentaje	64,7	62,6	62,8	61,9

1/ Precio de venta en la finca. 2/ Incluye 25% de rechazo en el comedero. 3/ Incluye corte, acarreo, picada y suministro en comedero. 4/ Despezuñado, descorne, aplicación de medicamentos, control de montas. 5/ Instalaciones y picadora

Cuadro 32. Análisis de margen bruto para los diferentes tratamientos (US\$/día) considerando el precio de la leche de vaca.

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Ingresos				
Producción de leche (kg)	1,40	1,52	1,73	2,01
Precio de leche (a)	0,312	0,312	0,312	0,312
Ingreso bruto				
	0,437	0,474	0,540	0,627
Total gastos efectivo				
	0,251	0,289	0,327	0,411
Margen bruto/cabra/día				
	0,270	0,185	0,213	0,216

(a) precio de venta en la finca. 1/ Incluye corte, acarreo, picada y suministro en comedero

2/ Despezuñado, descorne, aplicación de medicamentos, control de montas

3/ Instalaciones y picadora

## 5. CONCLUSIONES

El follaje de Amapola presenta características bromatológicas que permiten su utilización en la alimentación de rumiantes. Su alto contenido proteico supera a la de los forrajes comúnmente utilizados en el trópico y es comparable al de los concentrados.

Con menor número de podas por año, se obtuvo una relación positiva con la producción de biomasa total y, una relación negativa con la producción de biomasa comestible.

Con fertilizante químico se obtuvo una mayor producción de materia seca. Sin embargo, el estiércol aporta otros nutrientes al suelo por lo que se espera que esta relación cambie en el tiempo.

Los consumos de materia seca total y de pasto fueron afectados por los diferentes niveles suplementarios con follaje de Amapola debido a su mayor aceptación y calidad nutritiva. En dietas para cabras lactantes, el follaje de Amapola permite obtener producciones de leche aceptables en comparación con las obtenidas normalmente en el trópico mediante el uso de alimentos concentrados.

El incremento en el consumo de Amapola no afectó los contenidos de proteína, grasa y sólidos totales. Esto es importante sobre todo en lugares donde la leche se paga en base a su calidad. El uso de follaje de Amapola como suplemento representa una alternativa para disminuir el uso de concentrados y reducir los costos por concepto de alimentación en la producción de leche en cabras. La rentabilidad en un sistema de explotación estabulada con alimentación a base de pasto King grass y suplementada con Amapola se incrementa a medida que aumenta la cantidad de Amapola en la dieta.

## 6. RECOMENDACIONES

Continuar evaluando agronómicamente la producción de Amapola con las mismas frecuencias de poda cuando menos durante un año más, con el propósito de ver la sostenibilidad de la producción de los diferentes componentes en el tiempo.

Evaluar diferentes alturas de poda para determinar el efecto que esta tiene sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa, así como también sobre la presencia de sustancias anticualitativas.

Realizar trabajos de evaluación agronómica en el trópico seco, para observar el comportamiento que la Amapola tiene bajo estas condiciones que permitan hacer recomendaciones para la obtención de forraje de buena calidad en la época crítica de escases.

Llevar a cabo trabajos sobre métodos de siembra en terrenos de ladera que permitan desarrollar alternativas para el control de la degradación de los suelos y hacer un mejor uso de los mismos. De igual forma, se debe de evaluar el efecto que tiene sobre las características físicas y químicas del suelo, la adición de diferentes niveles de estiércol.

Continuar desarrollando trabajos con Amapola en asociación con pastos u otro tipo de cultivo que permita contar con recomendaciones para obtener una mayor cantidad de forraje por unidad de superficie.

Evaluar el follaje de Amapola junto con diferentes niveles energéticos en la alimentación de cabras lactantes para evaluar el comportamiento sobre la producción de leche.

## 7. LITERATURA CONSULTADA

- ABARCA, S. 1989. Efecto de la suplementación con poró (*Erythrina poeppigiana*) y melaza sobre la producción de leche en vacas pastoreando estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica/CATIE. 68 p.
- ABREU D., P. 1990. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina predominantes en Republica Dominicana. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica/CATIE. 133 p.
- AGUIRRE A., V. 1971. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sci. Turrialba, C.R., IICA, OEA. 138 p.
- AMMOUR, T.; BENAVIDES, J. 1987. Situación de la producción caprina en Centroamérica y República Dominicana. CATIE (C.R.) Serie Técnica Informe Técnico no. 114. 117 p.
- ARAYA, J. 1990. Identificación de especies forrajeras de árboles y arbustos con potencial para alimentación caprina. *In* Reunión Anual de Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R. CATIE p. irr. (mimeografiado)
- \_\_\_\_\_ 1991. Identificación y caracterización de especies de árboles y arbustos con potencial forrajero en la región de Puriscal, Costa Rica. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, Tegucigalpa, Hond). Memorias. Tegucigalpa, Honduras v.1, p irr.
- \_\_\_\_\_ ; BENAVIDES J. E. 1993. Efecto de la procedencia, posición en la rama y tipo de semilla en la germinación de estacas de Sauco Amarillo (*Sambucus canadensis*). *In* Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores. (1., 1993, Esquipulas, Gua). Memorias. Esquipulas, Guatemala, Comisión Nacional de Desarrollo Caprino. (en imprenta)
- ARBIZA, S.I. 1986. Producción de caprinos. México, A.G.T. 695 p.

- ARIAS, R. 1987. Identificación y caracterización de los sistemas de producción caprina, predominantes en la región del Altiplano Occidental de Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. UCR/CATIE. 155 p.
- \_\_\_\_\_. 1991. Ventajas económicas de los árboles fijadores de nitrógeno y otros al utilizarse como forraje en la producción animal. *In* Taller de Arboles Fijadores de Nitrógeno para la Producción Animal en América Latina y el Caribe (1991, Guatemala). Contribuciones de los participantes. Guatemala, NFTA- HEIFER PROJECT. 22 p.
- BATEMAN, J.V. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. México, D.F., Herrero 468 p.
- BELIARD, C. A. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq) steud en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE 97p.
- BENAVIDES, J. E. 1983. Investigación en árboles forrajeros. *In* Curso Corto Intensivo Agroforestal. (1983, Turrialba, Costa Rica). Contribuciones de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 11 p.
- \_\_\_\_\_. 1983. Utilización de forrajes de origen arbóreo en la alimentación de rumiantes menores. *In* Curso Corto Intensivo de Técnicas Agroforestales. (1983, Turrialba, Costa Rica). Contribuciones de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 11 p.
- \_\_\_\_\_. 1986. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de Morera (*Morus sp.*) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). *In* Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie técnica. Informe técnico No. 67. p. 40-42.

- \_\_\_\_\_. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) para alimentar cabras en condiciones de trópico húmedo. In Congreso de AZTECA (2., 1986, Mazatlán, México). Memorias. Mazatlan, México, Asociación Mexicana de Zootecnistas y Técnicos en Caprinocultura. p.
- \_\_\_\_\_. 1989. Las cabras como un componente en sistemas agroforestales. In Congreso Centroamericano y del Caribe de Medicina Veterinaria y Zootecnia (8), Congreso Nacional de Medicina Veterinaria (6) y Conferencia de Producción Animal (5., 1989, San José, C.R.). Resúmenes, San José, Costa Rica. 75 p.
- BENAVIDES, J.E. 1991. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central. Un enfoque agroforestal. El Chasqui (C.R) No. 25:6-36.
- \_\_\_\_\_.; FUENTES M.; ESQUIVEL, J. 1992. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con bajos niveles de Morera (*Morus sp.*). In Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores (1., Esquipulas, Gua). Memorias. Esquipulas, Guatemala. Comisión Nacional de Desarrollo Caprino. (en imprenta).
- \_\_\_\_\_.; LACHAUX, M. 1993. Resultados preliminares sobre el efecto de la utilización de estiércol como abono en la calidad y producción de biomasa de Morera (*Morus sp.*). In Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores. (1., Esquipulas, Gua). Memorias. Esquipulas, Guatemala, Comisión Nacional de Desarrollo Caprino. (en imprenta)
- BERTSCH, H.F. 1987. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. San José, Oficina de publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 81 p.
- BRISCOE, B. 1983. Aspectos ecológicos de la agroforestería. In Curso Corto Intensivo de Practicas Agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de Parametros Biológicos y Socioeconómico. (1983, Turrialba, Costa Rica). Contribuciones de los participantes. Comp. por Liana Babbar. Turrialba, CATIE, Departamento de Recursos Naturales Renovables. 2 p.



- CALZADA B., J. 1954. Experimentos factoriales en parcelas divididas. In Experimentación agrícola con aplicación a la ganadería. Lima, Perú, Agroganaderas p. 131-153.
- CAMERO R., L.A. 1992. Evaluación del Poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook) y Madero Negro (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.) como suplementos proteicos para vacas lecheras alimentadas con heno de Jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.
- CASTILLO, B.; ROBLEDO, O.; BUNTINX, S.; CUARON, J.A.; SHIMADA, A. 1987. Evolución de la composición química de la leche de cabra y su relación con las curvas de producción. In Reunión Nacional sobre Caprinocultura (3., Cuautitlan, Méx.). Memorias. Cuautitlan, México, UNAM. México. p. 141-142.
- CASTRO, R. A. 1989. Producción de leche de cabras alimentadas con King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) suplementadas con diferentes niveles de follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) y de fruto de plátano verde (*Musa* sp. cv. "Peli-pita"). Tesis Mag. Sc. Turrialba., C.R., UCR/CATIE. 58 p.
- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. 1986. Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE. Serie técnica. Inf. técnico No. 67. 20 p.
- CHADHOKAR, P. A. 1982. *Gliricidia maculata*, una leguminosa forrajera prometedora. Revista Mundial de Zootecnia (Italia) 44:36-43.
- CHANA, C. 1989. Producción de *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana* en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda en siete localidades de la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Turrialba, Costa Rica, UCR. 93 p.
- CORADO C., L.H. 1991. Efecto de cuatro niveles de pulidura de arroz sobre la producción de leche de vacas en pastoreo suplementadas con follaje de poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica.

- DEVENDRA, C.; BURNS, M. 1970. Goat production in the tropics. Bureau of Animal Breeding and Genetics, England. Technical communication no. 19. 184 p.
- \_\_\_\_\_.; McLEROY, G.B. 1982. Goat and sheep production in the tropics. London, Longman. 271 p.
- DIAZ, J.L. 1976. Indice y sinonimia de las plantas medicinales de México. México, Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales. 66 p.
- DIAZ ROMEU, R; HUNTER, A. 1978 Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal de investigación en invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Proyecto Centroamericano de suelos. 62 p.
- ESCOBAR M., M.L 1990. Dinámica del nitrógeno en un cultivo en callejones de poró *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook y madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq) con frijol común *Phaseolus vulgaris* L. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 106 p.
- ESNAOLA, M.A.; BENAVIDES, J.E. 1983. El enfoque de la investigación en cabras en el CATIE. Turrialba, Costa Rica, CATIE 46 p. (mimeografiado)
- ESNAOLA, M. A.; BENAVIDES, J. E. 1986. Evaluación preliminar del consumo de poró (*E. poeppigiana*) y *Dolichos lablab* en cabras adultas. In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE (C.R.) S. Técnica. Inf. Técnico No. 67. p 22-23.
- \_\_\_\_\_.; RIOS, C. 1986. Hojas de poró (*Erythrina poeppigiana*) como suplemento protéico para cabras lactantes. In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE (C.R.) Serie Técnica. Informe técnico No. 67 p. 60-69.
- ESPINOZA, B. J. 1984. Caracterización nutritiva de la fracción nitrogenada del forraje de Madero negro (*Gliricidia sepium*) y Poró (*Erythrina poeppigiana*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 90 p.

- ESQUIVEL, J.; WAELPUT J.J. 1991. Comparación de dos sistemas de alimentación para cabras lactantes en el Valle Central de Costa Rica. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, Tegucigalpa, Hond.) Memorias. Tegucigalpa, Honduras. v.1, p irr.
- \_\_\_\_\_. 1991. Evaluación comparativa en jaulas de digestibilidad de dos sistemas de alimentación para cabras lactantes en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Lic. San José, Costa Rica, UCR. 100 p.
- FASSBENDER, H.W. 1982. Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina. San José, Costa Rica, IICA 398 p.
- FAUSTINO, J. 1992. Efectos de la erosión hídrica y conservación de suelos en parcelas con pastos y árboles forrajeros. *In* Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, Tegucigalpa, Hond.) Memorias. Tegucigalpa, Honduras. v.1, p irr.
- FUENTES P, C.E. 1989. Efecto de la edad sobre la producción de materia seca y calidad nutritiva de los pastos Elefante enano (*Pennisetum purpureum*, Schum) c.v. Mott y King grass (*Pennisetum purpureum* x (*Pennisetum typhoides*)). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 85 p.
- GALINA, M.A. 1984. Goat nutritional management during lactation. *In* Sheep and goat handbook. Arkansas U.S.A West View Press. V.3, p. 505-518
- GARCIA, B. H. 1992. Flora medicinal de Colombia. 2 ed. Bogota, Colombia, Tercer Mundo. 537 p.
- GUTIERREZ, R. 1985. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) en combinación con banano (*Musa* sp. cv. "Cavendish") como suplemento al pasto King-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) en cabras lecheras estabuladas. Informe de trabajo especial para optar por el grado de Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE/UCR. 15 p.
- HERNANDEZ, D.S. 1993. Evaluación del potencial forrajero de especies leñosas nativas de bosques secundarios en el Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa, CATIE 99 p.

- HERNANDEZ, M. 1988. Efecto de las podas al final de la época lluviosa en cercos vivos de Piñon Cubano (*Gliricidia sepium*) sobre la producción y calidad nutritiva de la biomasa en la época seca, Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 106 p.
- HERNANDEZ, S.; BENAVIDES, J. E. 1993. Caracterización del potencial forrajero de especies leñosas de los bosques secundarios de El Petén, Guatemala. In Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores (1., 1993, Esquipulas, Gua). Memorias. Esquipulas, Guatemala, Comisión Nacional de Desarrollo Caprino. (en imprenta)
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. IICA San José, Costa Rica, IICA 206 p.
- HUAMAN V., H. 1988. Dinámica y productividad de dos asociaciones gramínea más leguminosa, bajo un sistema de manejo flexible del pastoreo. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 123 p.
- JANZEN, D. H. 1991. Historia natural de Costa Rica. Trad. M. Chavarria San José, C.R, UCR. 769 p.
- JEGOU, O.; NICOLAS, J.; WAELPUT, J-J.; BRUNSCHWIG, G. 1991. Consumo, digestibilidad, ciclo Nitrógeno del follaje de Morera (*Morus sp*) y Amapola (*Malvaviscus arborescens*) con cabras lactantes. In Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, Tegucigalpa, Hond.) Memorias. Tegucigalpa, Honduras. v.2, p irr.
- JOHNSON, W.L.; BURSTEIN, H.J. 1990. Requerimientos especiales para la producción lechera de cabras en los trópicos semiaridos. Mejorando la crianza de caprinos de carne en el trópico semiarido. Eds. W.L. Johnson; D.R. Oliveira. Lima, Perú, Convenio Universidad de California Davis/Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. p 149-164
- LAPOYADE, N. 1991. Utilización de árboles y arbustos forrajeros para la alimentación de cabras en Costa Rica. Memoria de práctica. Francia, Institut Supérieur Technique D'Outre-Mer, 72 p.

- LIBREROS, H. F. 1990. Efecto de diferentes niveles de follaje de poró (*E. poeppigiana*) depositado en el suelo sobre la producción de King-grass (*P. purpureum x P. typhoides*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R, CATIE. 84 p.
- LONGWORTH, L. 1937. The vegetation of Petén. Carnegie Institution of Washington. Publication. no. 478. 68 p.
- LUCAS, H. L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. North Carolina, North Carolina State University. p. 16.1 a 15.51 (Mimeo Serie 18).
- MARTINEZ, E. 1990. Pruebas preliminares de aceptación y consumo de especies con potencial forrajero de árboles y arbustos, en fincas de productores. In Reunión Anual de Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R, CATIE p. irr. (mimeografiado).
- MARTINEZ, G.A. 1988. Diseños experimentales. México, Trillas 725 p.
- MEDINA, J. 1992. Evaluación preliminar del consumo de follaje de Guácimo (*Guzuma ulmifolia*) y Tiguilote (*Cordia dentata*) por cabras semi-estabuladas. In Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores, (1., Esquipulas, Gua). Memorias. Esquipulas, Guatemala, Comisión Nacional de Desarrollo Caprino. (en imprenta)
- MEDINA G., P. J. 1988. Efecto de la suplementación con poró (*Erythrina poeppigiana*) y melaza sobre los parámetros de fermentación ruminal y degradabilidad *in situ* del poró y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE p. 68 p.
- MEJICANOS, G. A.; ZILLER J. O. 1990. Evaluación de la producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas en San Marcos, Guatemala. In Reunión Anual de Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R. CATIE, p. irr. (mimeografiado).

- MENDIZABAL, G. 1990. Estudio preliminar del consumo de sauco negro (*Sambucus mexicana*) por cabras estabuladas. In Reunión Anual de Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R., CATIE p. irr. (mimeografiado).
- \_\_\_\_\_. 1992. Utilización del follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes en el Altiplano Occidental de Guatemala. In Seminario Internacional de Investigación en Cabras (1., 1991, Tegucigalpa, Hond.) Memorias. Tegucigalpa, Honduras. v.2, p irr.
- MORENO, G.R. 1981. La alimentación de la cabra. In Manual sobre cabras. Madrid, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. p 65-82.
- NAVARRO, H. 1983. Evaluación bio-económica de sistemas de producción caprina semi-comercial en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 85 p.
- NOGUEDA, O.R. 1981. Efecto de la edad en la acumulación de carbohidratos no estructurales y calidad nutritiva de tres leguminosas tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 63 p.
- OCAMO, S.R.; BLANCO, V.A. 1988. Nota preliminar sobre la utilización de plantas en la confección de artesanías menores en Alto Conte, comunidad Guaymí, y la ubicación geográfica de los grupos Guaymies de Costa Rica. Revista del Archivo Nacional. (Costa Rica). 52:71-81.
- ORDET ROS, G. S. 1952. Flora apícola de la América Tropical. Un estudio de las plantas que visitan las abejas en busca de néctar y polen. La Habana, Cuba, Lex 196 p.
- PEZO, D.; KASS, M.; BENAVIDES, J. E.; ROMERO, F.; CHAVES C. 1990. Potential of legume tree fodder as animal feed in Central America. In Shrub and tree fodders for farm animals: Proceedings of a Workshop Denpasar, Indonesia, 1989. Ed. C. Devendra. Ottawa, IDRC. p. 163-175.
- PEZO, D. 1991. La producción ganadera en un contexto agroforestal El Chasqui (C.R.) No. 25:1-2.

- PINEDA, O. 1986. Utilización del follaje de poró (*Erythrina poeppigiana*) en la alimentación de terneros de lechería. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 65 p.
- PINEDA, O. 1988. Identificación y evaluación de follajes arbóreos en la región de Las Verapaces, potencialmente útiles para la alimentación de rumiantes. Cobán, Guatemala, USAC Centro Universitario del Norte, Cobán, Guatemala. 26 p.
- PRESTON, T. R.; LENG, R. A. 1990. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles; aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de los rumiantes en el trópico. Cali, Colombia, CONDRIT. 312 p.
- RIOS, E. 1990. Evaluación de la producción de biomasa de Chilca (*Bacharis salicifolia*) y Sacumis (*Buddleia nitida*), en el Altilano occidental de Guatemala. In Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, Costa Rica, CATIE p. irr. (mimeografiado).
- RODRIGUEZ, C.; ARIAS, R.; QUIÑONEZ, J. 1989. Efecto de frecuencias de poda y niveles de fertilización nitrogenada en rendimiento y calidad de Morera (*Morus spp.*) en Cuyuta. Informe anual del programa de Bovinos. Guatemala, ICTA. 18 p
- RODRIGUEZ, R. A. 1985. Producción de biomasa de poró gigante (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook) y King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) intercalados, en función de la densidad de siembra y la frecuencia de poda del poró. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 96 p.
- RODRIGUEZ, Z.; BENAVIDES, J. E.; CHAVES, C.; SANCHEZ, G. 1987. Producción de leche de cabras estabuladas alimentadas con follaje de madero negro (*Gliricidia sepium*) y de poró (*Erythrina poeppigiana*) y suplementadas con plátano pelipita (*Musa* sp. cv. "Pelipita"). In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and improvement: Proceedings of a Workshop Turrialba, Costa Rica, 1987. Nitrogen Fixing Tree Association. Special Publication 87- 01. p. 212-216.

- RODRIGUEZ, Z. 1989. Producción de leche de cabras alimentadas con dos especies de leguminosas forrajeras arbóreas: poró (*Erythrina poeppigiana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) suplementadas con plátano pelipita (*Musa* sp. cv. "Pelipita"). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, UCR 75 p.
- ROJAS, H. 1992. Análisis económico de la producción de leche de cabras alimentadas con diferentes niveles de Morera (*Morus* sp.) y con suplemento de king grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*). Informe de práctica dirigida para optar por el título de Bachiller. San José, Costa Rica, UNED 53 p. (mimeografiado).
- \_\_\_\_\_ ; BENAVIDES J. E. 1993. Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera (*Morus* sp.). In Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores (1., Esquipulas, Gua). Memorias. Esquipulas, Guatemala, Comisión Nacional de Desarrollo Caprino. (en imprenta)
- ROJAS, J.; VALLEJO, M.; BENAVIDES, J. E. 1993. Observaciones sobre la producción de biomasa de Jocote (*Spondias purpurea*) y Clavelón (*Hibiscus rosa-sinensis*) en la época de sequía según diferentes intervalos de poda. In Seminario Centroamericano de Agroforestería y Rumiantes Menores (1., Esquipulas, Gua.). Memorias. Esquipulas, Guatemala, Comisión Nacional de Desarrollo Caprino. (en imprenta)
- ROJAS, M.J. 1990. Pruebas preliminares de producción de biomasa de especies arbóreas y arbustivas. In Reunión Anual de Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (2., 1990, Puriscal, C.R.). Memorias. Turrialba, C.R, CATIE p. irr. (mimeografiado).
- RUSSO A., R.O. 1983. Efecto de poda de *Erythrina poeppigiana* (Walpers) O.F. Cook (poró), sobre la nodulación, producción de biomasa y contenido de nitrógeno en el suelo en un sistema agroforestal "cafe- poró". Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 108 p.



- SALAZAR, R. 1989. Cuantificación de los productos del árbol. *In* Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. CATIE (C.R.) Serie Técnica. Informe Técnico No. 20 p 43-56.
- SAMUR, C. 1984. Producción de leche de cabras alimentadas con king-grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*) y poró (*Erythrina poeppigiana*), suplementadas con fruto de banano (*Musa* sp. cv. "Cavendish). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 108 p.
- SANDS, M. W. 1983. Las cabras y la desertificación. Trabajo presentado en el Curso Intensivo de Producción Caprina Turrialba, Costa Rica, CATIE. 8 p.
- SANDS, M. W. 1983. Consumo de arbustos por los caprinos. Trabajo presentado en el Curso Intensivo de Producción Caprina. Turrialba, Costa Rica, CATIE 23 p.
- SAS INSTITUTE. 1985. User's guide: Statistical. 5 ed. Cary, North Caroline. EE.UU. p. 255-315, 749-762.
- STANDLEY, P. C. 1937. Flora of Costa Rica. Part 2. Chicago, Field Museum Press. 690 p. Botanical Series. Publication no. 392).
- TEJADA Z., J. M. 1990. Diagnóstico dinámico de sistemas de fincas con cabras en la zona sur de Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE 170 p.
- TILLEY, J. M.; TERRY, R. A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crop. *Journal of the British Grassland Society* (G.B.) 18:104.
- TOBON, C. J. 1988. Efecto de la suplementación con cuatro niveles de follaje de poró (*Erythrina poppigiana*) sobre la producción de leche en vacas en pastoreo. Tesis. Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 72 p.
- TORRES, F. 1983. Role of woody perennials in animal agroforestry. *Agroforestry Systems*. (Holanda) 1:131-163
- VAN SOEST, P. S. 1983. Nutritional ecology of the ruminants. Corvallis, Oregon, O and B Book 374 p.

- VARGAS, A. 1987. Evaluación del forraje de poró (*Erythrina coccleata*) como suplemento proteico para toretes en pastoreo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 88 p.
- VARGAS, H.; ELVIRA, P. 1987. Composición química, digestibilidad y consumo de Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Madre cacao (*Gliricidia sepium*) y Caulote (*Guazuma ulmifolia*). *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and improvement: Proceedings of a Workshop, Turrialba, Costa Rica, Nitrogen Fixing Tree Association Special Publication 87-01. p. 212-216.
- VELAZQUEZ, C. M. 1992. El forraje de Morera (*Morus sp.*) como fuente de proteína en dietas a base de ensilado de sorgo (*Sorghum bicolor x Sorghum sudanense*) para novillos en el parcelamiento Cuyutá. Tesis Lic. en Zootecnia. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zotecnia. 43 p.
- WEBB, C. J.; BAWA, K. S. 1983. Pollen dispersal by hummingbirds and butterflies: a comparative study of two lowland tropical plants. *Evolution* Board New York 37(6):1258-1270.

## A N E X O

Cuadro 1A. Análisis de varianza de la materia seca de la hoja de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	2,55311	0,78	0,5566
Frecuencia	1	1,45351	0,45	0,5517
Bloque*Frec,	3	3,25325	2,81	0,0609
Abono	4	0,94294	0,82	0,5280
Frec*abono	4	0,38862	0,34	0,8510

c.v. 5,09

Cuadro 2A. Análisis de varianza de la materia seca de tallo tierno de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	6,07958	0,83	0,5577
Frecuencia	1	5,80136	0,80	0,4382
Bloque*Frec,	3	7,29336	11,24	0,0001
Abono	4	3,98386	6,14	0,0015
Frec*abono	4	1,22531	1,89	0,1453

c.v. 3,49

Cuadro 3A. Análisis de varianza de la materia seca de tallo leñoso de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	4,98933	2,19	0,2676
Frecuencia	1	79,80625	35,10	0,0096
Bloque*Frec.	3	2,27344	2,14	0,1215
Abono	4	2,23596	2,11	0,1115
Frec*abono	4	1,16675	1,05	0,3800

c.v. 3,49

Cuadro 4A. Análisis de covarianza de materia seca total de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	18536276	6,11	0,0856
Frecuencia	1	84054474	27,72	0,0134
Bloque*Frec.	3	3031901	0,78	0,5182
Abono	4	35605038	9,14	0,0001
Frec*abono	4	5170545	1,33	0,2898
Peso inicial	1	49856028	12,80	0,0016

c.v. 11.92

Cuadro 5A. Análisis de covarianza de hoja total de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	4453121	2,27	0,2592
Frecuencia	1	10348172	5,27	0,1053
Bloque*Frec.	3	1962507	2,70	0,0819
Abono	4	5898507	6,41	0,0005
Frec*abono	4	538262	0,79	0,6030
Peso inicial	1	4480748	5,79	0,0246

c.v. 12,85

Cuadro 6A. Análisis de covarianza de tallo tierno total de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	449843,7	1,57	0,3593
Frecuencia	1	6896,4	0,02	0,8864
Bloque*Frec.	3	285902,5	0,96	0,0950
Abono	4	723650,2	4,08	0,0018
Frec*abono	4	188961,6	1,01	0,2137
peso inicial	1	2771135,2	23,15	0,0001

c.v. 12,85

Cuadro 7A. Análisis de covarianza de biomasa comestible de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	7253772,0	3,62	0,1594
Frecuencia	1	10889392,6	5,43	0,1020
Bloque*Frec.	3	2003909,3	1,62	0,2127
Abono	4	10503456,4	8,48	0,0002
Frec*abono	4	1266941,6	1,02	0,4166
peso inicial	1	14299714,0	11,54	0,0025

C.V. 12,26

Cuadro 8A. Análisis de covarianza de tallo leñoso de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	4226403,9	6,78	0,0751
Frecuencia	1	155451209,8	249,49	0,0006
Bloque*Frec.	3	623084,9	0,65	0,5909
Abono	4	7745758,2	8,08	0,0003
Frec*abono	4	1950833,4	2,04	0,1228
peso inicial	1	10755599,3	11,22	0,0028

Cuadro 9A. Análisis de covarianza de la proporción de hoja de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	27,56184	9,33	0,0496
Frecuencia	1	1989,52444	473,35	0,0001
Bloque*Frec.	3	2,95467	0,69	0,5691
Abono	4	3,53424	0,82	0,5246
Frec*abono	4	1,24058	0,29	0,8824
peso inicial	1	42,08306	9,79	0,0047

C.V. 4,82

Cuadro 10A. Análisis de covarianza de la proporción de tallo tierno de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	0,64712	0,03	0,9913
Frecuencia	1	62,04317	2,96	0,1837
Bloque*Frec.	3	20,94081	8,01	0,0008
Abono	4	1,57975	0,62	0,6636
Frec*abono	4	2,06759	0,79	0,5432
peso inicial	1	22,94360	8,77	0,0070

c.v. 11,97

Cuadro 11A. Análisis de varianza de la proporción comestible de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	21,11806	0,74	0,5965
Frecuencia	1	2813,86646	98,05	0,0022
Bloque*Frec,	3	28,69797	8,54	0,0012
Abono	4	2,38009	0,71	0,4910
Frec*abono	4	2,18553	0,65	0,7082

c.v. 3,24

Cuadro 12A. Análisis de varianza de la proporción de tallo leñoso de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	21,11806	0,74	0,5965
Frecuencia	1	2813,86643	98,05	0,0022
Bloque*Frec,	3	86,09393	8,54	0,0012
Abono	4	9,52039	0,71	0,4910
Frec*abono	4	8,74213	0,65	0,7082

c.v. 4,21

Cuadro 13A. Análisis de covarianza de proteína cruda de hoja de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	0,68400	0,14	0,9328
Frecuencia	1	6,81312	1,35	0,3298
Bloque*Frec.	3	5,05831	5,80	0,0042
Abono	4	20,83938	23,02	0,0001
Frec*abono	4	0,33418	0,41	0,8217

c.v. 4,43

Cuadro 14A. Análisis de covarianza de proteína cruda de tallo tierno de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	0,22843	0,09	0,9582
Frecuencia	1	3,66263	1,51	0,3066
Bloque*Frec.	3	2,42423	12,82	0,0001
Abono	4	4,01776	21,24	0,0001
Frec*abono	4	0,42189	2,23	0,0971
peso inicial	1	0,95964	5,07	0,0341

c.v. 4,66

Cuadro 15A. Análisis de varianza de digestibilidad *in vitro* de la hoja de Amapola de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	23,41553	0,62	0,6500
Frecuencia	1	94,32576	2,48	0,2134
Bloque*Frec.	3	38,03937	20,57	0,0001
Abono	4	36,16721	19,56	0,0001
Frec*abono	4	3,05221	1,65	0,1943

c.v. 2,28



Cuadro 16A. Análisis de varianza de digestibilidad *in vitro* de tallo tierno de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	66,72807	1,59	0,3565
Frecuencia	1	0,66306	0,02	0,9080
Bloque*Frec.	3	42,00146	23,39	0,0001
Abono	4	5,89465	3,28	0,0279
Frec*abono	4	1,79111	1,00	0,4282

c.v. 2,05

Cuadro 17A. Análisis de covarianza de producción de proteína de hoja de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	149853,79	1,31	0,4143
Frecuencia	1	727744,12	6,37	0,0858
Bloque*Frec.	3	114194,69	3,04	0,0496
Abono	4	707664,57	18,81	0,0001
Frec*abono	4	21711,28	0,58	0,6821
peso inicial	1	254499,85	6,76	0,0160

c.v. 13,25

Cuadro 18A. Análisis de covarianza de producción de proteína de tallo tierno de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	4327,60228	0,79	0,5750
Frecuencia	1	2411,89431	0,44	0,5547
Bloque*Frec.	3	5485,67737	3,72	0,0257
Abono	4	14932,34278	10,13	0,0001
Frec*abono	4	1961,01744	1,33	0,2885
Peso inicial	1	17274,15679	11,72	0,0023

c.v. 18,38

Cuadro 19A. Análisis de covarianza de producción de proteína total de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	198499,69816	1,62	0,3508
Frecuencia	1	813880,88778	6,64	0,0704
Bloque*Frec.	3	122536,32554	2,54	0,0813
Abono	4	918757,81345	19,06	0,0001
Frec*abono	4	35349,51617	0,73	0,5787
Peso inicial	1	404327,05848	8,39	0,0081

C.V. 13,13

Cuadro 20A. Análisis de covarianza de materia seca digestible de hoja de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	1479229,4126	1,73	0,3317
Frecuencia	1	6488915,4424	7,59	0,0704
Bloque*Frec.	3	854609,8715	2,85	0,0599
Abono	4	3431415,5323	11,43	0,0001
Frec*abono	4	214781,3300	0,72	0,5901
Peso inicial	1	1846448,1924	6,15	0,0209

C.V. 13,40

Cuadro 21A. Análisis de covarianza de materia seca digestible de tallo tierno de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	105078,54809	0,55	0,6827
Frecuencia	1	2771,21592	0,01	0,9118
Bloque*Frec.	3	191413,98813	3,27	0,0396
Abono	4	309858,51737	5,29	0,0036
Frec*abono	4	61685,59122	1,05	0,4020
Peso inicial	1	1034109,94196	17,65	0,0003

C.V. 16,77

Cuadro 22A. Análisis de covarianza de materia seca digestible total de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Bloque	3	2371770,24741	2,60	0,2271
Frecuencia	1	6759762,84255	7,40	0,0726
Bloque*Frec.	3	913797,49575	1,77	0,1814
Abono	4	5683769,58958	10,99	0,0001
Frec*abono	4	486216,56891	0,94	0,4583
Peso inicial	1	5644527,85078	10,92	0,0031

c.v. 12,99

Cuadro 23A. Análisis de varianza para consumo de materia seca de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	37425,06	4,45	0,06
Período(cuad)	6	24731,19	2,94	0,06
Cabra(cuad)	6	48245,25	5,73	0,01
Tratamiento	3	459852,55	54,64	0,001
Cuadra(Trat)	3	211,82	0,03	0,99

c.v. 9,9

Cuadro 24A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca total en cabras lecheras suplementadas con Amapola

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	1099,22	0,13	0,7286
Período(cuad)	6	35742,22	4,10	0,0181
Cabra(cuad)	6	72247,31	8,28	0,0011
Tratamiento	3	610710,13	69,98	0,0001
Cuadra(Trat)	3	2552,94	0,29	0,8300

c.v. 4,9

Cuadro 25A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca digestible de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	2411,82	1,06	0,3240
Período(cuad)	6	11234,42	4,93	0,0092
Cabra(cuad)	6	13991,93	6,14	0,0039
Tratamiento	3	132537,41	58,13	0,0001
Cuadra(Trat)	3	731,10	0,32	0,8134

c.v. 9,5

Cuadro 26A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca digestible total en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	35328,80	18,61	0,0010
Período(cuad)	6	14786,40	7,79	0,0014
Cabra(cuad)	6	25572,93	13,47	0,0001
Tratamiento	3	333102,13	175,42	0,0001
Cuadra(Trat)	3	378,77	0,20	0,8947

c.v. 3,8

Cuadro 27A. Análisis de varianza para el consumo de proteína cruda de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	13,53	0,81	0,3864
Período(cuad)	6	3537,35	21,89	0,0001
Cabra(cuad)	6	650,08	4,02	0,0193
Tratamiento	3	4839,10	29,95	0,0001
Cuadra(Trat)	3	4,17	0,03	0,9941

c.v. 12,0

Cuadro 28A. Análisis de varianza para el consumo de proteína cruda total consumida en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	246,36	0,78	0,3942
Período(cuad)	6	11171,20	35,41	0,0001
Cabra(cuad)	6	1766,50	5,60	0,0056
Tratamiento	3	78480,42	248,80	0,0001
Cuadra(Trat)	3	40,90	0,13	0,9406

c.v. 5,1

Cuadro 29A. Análisis de varianza para el peso final de cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	17,25	83,89	0,0001
Período(cuad)	6	3,48	16,95	0,0001
Cabra(cuad)	6	26,17	127,23	0,0001
Tratamiento	3	0,67	3,28	0,0586
Cuadra(Trat)	3	0,21	1,05	0,4059

c.v. 0,99

Cuadro 30A. Análisis de varianza para el consumo total (% P.V.) en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,08	2,61	0,1324
Período(cuad)	6	0,24	7,07	0,0021
Cabra(cuad)	6	0,22	6,58	0,0029
Tratamiento	3	2,96	86,44	0,0001
Cuadra(Trat)	3	0,01	0,19	0,8988

c.v. 4,4

Cuadro 31A. Análisis de varianza para el consumo de pasto (%P.V.) en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,3403	9,56	0,0093
Período(cuad)	6	0,1700	4,78	0,0104
Cabra(cuad)	6	0,2276	6,39	0,0032
Tratamiento	3	2,2136	62,17	0,0001
Cuadra(Trat)	3	0,0020	0,06	0,9807

c.v. 9,2

Cuadro 32A. Análisis de varianza para producción de leche en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,2738	24,32	0,0003
Período(cuad)	6	0,0802	7,13	0,0020
Cabra(cuad)	6	0,1654	14,70	0,0001
Tratamiento	3	0,5548	49,30	0,0001
Cuadra(Trat)	3	0,0068	0,61	0,6235

c.v. 6,3

Cuadro 33A. Análisis de varianza para el porcentaje de grasa de la leche en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,0132	0,50	0,4940
Período(cuad)	6	0,2465	9,29	0,0006
Cabra(cuad)	6	1,1642	43,87	0,0001
Tratamiento	3	0,1217	4,59	0,0232
Cuadra(Trat)	3	0,0146	0,55	0,6561

c.v. 5,1

Cuadro 34A. Análisis de varianza para el porcentaje de proteína de la leche en cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	1,2246	24,94	0,0003
Período(cuad)	6	0,9172	18,68	0,0001
Cabra(cuad)	6	0,3348	6,82	0,0025
Tratamiento	3	0,0764	1,56	0,2512
Cuadra(Trat)	3	0,0172	0,35	0,7888

c.v. 6,81

Cuadro 35A. Análisis de varianza para el porcentaje solidos totales de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con diferentes niveles de Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,3655	0,88	0,3662
Período(cuad)	6	0,2224	0,54	0,7709
Cabra(cuad)	6	2,2482	5,42	0,0063
Tratamiento	3	0,7687	1,85	0,1910
Cuadra(Trat)	3	0,3093	0,75	0,5449

c.v. 5,8

Cuadro 36A. Análisis de varianza para la energía digestible por kg de materia seca consumida de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,5751	430,34	0,0001
Período(cuad)	6	0,0189	14,16	0,0001
Cabra(cuad)	6	0,0061	4,60	0,0119
Tratamiento	3	0,0028	2,10	0,1540
Cuadra(Trat)	3	0,0016	1,24	0,3373

c.v. 1,5

Cuadro 37A. Análisis de varianza para la energía digestible por kg de materia seca consumida total en cabras lecheras suplementadas con Amapola

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,1568	56,72	0,0001
Período(cuad)	6	0,0422	15,28	0,0001
Cabra(cuad)	6	0,0360	2,18	0,1187
Tratamiento	3	0,0716	25,91	0,0001
Cuadra(Trat)	3	0,0077	2,79	0,0857

c.v. 2,0

Cuadro 38A. Análisis de varianza para el consumo de energía digestible de pasto en cabras lecheras suplementadas con Amapola

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,0457	1,04	0,3286
Período(cuad)	6	0,2192	4,97	0,0089
Cabra(cuad)	6	0,2713	6,15	0,0038
Tratamiento	3	2,5729	58,32	0,0001
Cuadra(Trat)	3	0,0144	0,33	0,8058

c.v. 9,5

Cuadro 39A. Análisis de varianza para el consumo total de energía digestible en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,6757	18,07	0,001
Período(cuad)	6	0,2879	7,70	0,0015
Cabra(cuad)	6	0,4973	13,13	0,0001
Tratamiento	3	6,4661	172,96	0,0001
Cuadra(Trat)	3	0,0076	0,20	0,8915

c.v. 3,8



Cuadro 40A. Análisi de varianza de la relación proteína/energía digestible en cabras lecheras estabuladas.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	75,86	29,95	0,0001
Período(cuad)	6	226,95	89,60	0,0001
Cabra(cuad)	6	8,72	3,44	0,0325
Tratamiento	3	477,98	188,69	0,0001
Cuadra(Trat)	3	1,35	0,54	0,6663

c.v. 2,3

Cuadro 41A. Análisis de varianza para el consumo de materia seca total/kg de leche en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	1.1845	52,61	0,0001
Período(cuad)	6	0,0421	12,03	0,0002
Cabra(cuad)	6	0,1180	33,67	0,0001
Tratamiento	3	0,0037	1,07	0,4001
Cuadra(Trat)	3	0,0056	1,60	0,2411

c.v. 5,0

Cuadro 42A. Análisis de varianza para el consumo de proteína cruda/kg de leche producido en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	0,0063	32,49	0,0001
Período(cuad)	6	0,0021	11,12	0,0003
Cabra(cuad)	6	0,0028	14,50	0,0001
Tratamiento	3	0,0075	38,65	0,0001
Cuadra(Trat)	3	0,0003	1,73	0,2145

c.v. 9,9

Cuadro 43A. Análisis de varianza para el consumo total de energía digestible/kg de leche producida en cabras lecheras suplementadas con Amapola.

F.V.	GL	CM	F	p>F
Cuadrado	1	2,5144	131,97	0,0001
Período(cuad)	6	0,2301	12,08	0,0002
Cabra(cuad)	6	0,7270	38,16	0,0001
Tratamiento	3	0,1240	6,51	0,0073
Cuadra(Trat)	3	0,0208	1,09	0,3899

c.v. 4,5