

**GLIRICIDIA SEPIUM: CULTIVO EN CALLEJONES, COMPARACION
ENTRE PROVENIENCIAS, COMPARACION CON OTRAS ESPECIES
ARBUSTIVAS Y VALOR NUTRITIVO PARA EL ENGORDE
DE CORDEROS Y CABRITOS**

P O R

Wilber Enoc Rodríguez Álvarez

T E S I S

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

MICROISIS:	4299
FECHA:	1/VII/92
ENCARGADO:	3000

BIBLIOTECA ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
TEGUIGALPA, MANAGUA

El Zamorano, Honduras
Abril, 1991

T 348

Gliricidia sepium: Cultivo en callejones, Comparación entre procedencias, Comparación con otras especies arbustivas y valor nutritivo para el engorde de corderos y cabritos.

Por:

WILVER ENOC RODRIGUEZ ALVAREZ

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de éste trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.

Wilver Enoc Rodríguez Alvarez

Abril de 1991

INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
1. Objetivos.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	4
1. Cultivos en callejones.....	4
1.1. Especies de árboles y arbustos.....	7
1.1.1. <i>Leucaena leucocephala</i>	8
1.1.2. <i>Gliricidia sepium</i>	10
1.2. Otras especies arbóreas.....	12
1.2.1. <i>Acacia villosa</i>	13
1.2.2. <i>Sesbania</i> sp.....	14
1.2.3. <i>Albizia lebbeck</i>	15
1.2.4. <i>Calliandra calothyrsus</i>	15
2. El papel de los follajes arbóreos en los sistemas de producción de rumiantes.....	16
2.1. Valor alimenticio del follaje de madreado.....	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
A. Localización y fecha de los estudios.....	21
1. Evaluación del sistema de cultivos en callejones con "madreado" (<i>Gliricidia</i> <i>sepium</i>).....	22
1.1. Tratamientos y diseño experimental....	22
1.2. Cultivos y su manejo.....	23
1.2.1. <i>Gliricidia sepium</i>	24
1.2.2. Cultivos intercalados.....	24
1.2.2.1. maíz.....	24
1.2.2.2. Sorgo forrajero.....	25
1.2.3. Estiércol.....	26
1.3. Controles experimentales.....	26
1.3.1. <i>Gliricidia sepium</i>	26
1.3.2. Cultivos intercalados.....	26
1.4. Análisis de laboratorio.....	27
1.5. Análisis estadístico.....	27
2. Evaluación de otras especies forrajeras para un sistema de cultivos en callejones.	27
2.1. Tratamientos y diseño experimental....	28
2.2. Cultivo y su manejo.....	28
2.3. Controles experimentales.....	29
2.4. Análisis de laboratorio.....	30
3. Comparación de diez proveniencias de <i>Gliricidia sepium</i>	31
3.1. Tratamientos y diseño experimental....	31
3.2. Cultivo y manejo del madreado.....	32

3.3. Controles experimentales.....	33
3.4. Análisis de laboratorio.....	33
3.5. Análisis estadístico.....	34
4. Efecto del follaje de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas.....	34
4.1. Tratamientos y diseño experimental...	35
4.2. Animales y su manejo.....	35
4.3. Manejo de alimentos.....	36
4.4. Controles experimentales.....	36
4.5. Análisis de laboratorio.....	38
4.6. Análisis estadísticos.....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	39
1. Evaluación del sistema cultivos en callejón con madreaje (<u>Gliricidia</u> <u>sepium</u>).....	39
1.1. Condiciones ambientales y edáficas.....	39
1.2. Aporte de nitrógeno por fuentes orgánicas e inorgánicas en el cul- tivo de maíz y sorgo forrajero....	39
1.3. Producción de Materia Seca y proteína Cruda.....	42
1.3.1. Maíz.....	42
1.3.2. Sorgo forrajero.....	43
1.3.3. Producción de madreaje.....	46
2. Evaluación de otras especies forrajeras para un sistema de cultivos en callejón	49
2.1. Generalidades y sobrevivencia....	49
2.2. Fraccionamientos de la planta....	51
2.3. Valor nutritivo de las fracciones.	52
2.4. Altura y diámetro.....	55
2.5. Rebrote y reproducción.....	56
2.6. Plagas y enfermedades.....	58
3. Comparación de 10 proveniencias de <u>Gliricidia sepium</u>	59
3.1. Generalidades.....	59
3.2. Producción de Materia Fresca y Seca.....	59
3.3. Composición química.....	61
3.3.1. Materia Seca.....	62
3.3.2. Proteína Cruda.....	64
3.3.3. Digestibilidad <u>in vitro</u> de la Materia Orgánica.....	66
3.4. Proporciones de la planta.....	69
3.5. Alturas y sobrevivencia.....	70
3.6. Plagas y enfermedades.....	71
4. Efecto del follaje de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas.....	74

4.1	Valor nutritivo de los alimentos, dietas ofrecidas y rechazadas.....	74
4.1.1.	Alimentos.....	74
4.1.2.	Composición de las dietas ofrecidas.....	75
4.1.3.	Composición de los rechazos.	76
4.2	Consumo de alimentos y ganancias de peso.....	77
4.2.1.	Cabros.....	77
4.2.1.1.	Materia Seca.....	77
4.2.1.2.	Proteína Cruda.....	79
4.2.1.3.	Ganancias de Peso..	79
4.2.2.	Ovejos.....	80
4.2.2.1.	Materia Seca.....	80
4.2.2.2.	Proteína Cruda.....	81
4.2.2.3.	Ganancias de Peso..	83
4.3.	Estudio de la canal.....	87
4.3.1.	Pesos vivos al sacrificio y pesos vivos vacíos.....	87
4.3.2.	Pesos en canal.....	88
4.3.3.	Rendimientos de canal.....	88
4.3.4.	Contenido digestivo.....	89
4.3.5.	Visceras y desechos.....	90
V.	CONCLUSIONES.....	92
VI.	RECOMENDACIONES.....	95
VII.	RESUMEN.....	98
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	104
IX.	ANEXOS.....	115

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Tratamientos experimentales estudiados.....	23
Cuadro 2. Especies y accesiones estudiadas.....	29
Cuadro 3. Tratamientos experimentales	32
Cuadro 4. Tratamientos experimentales de "Efecto del follaje de <u>Gliricidia sepium</u> sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas".....	35
Cuadro 5. Composición en base seca del estiércol de cabra y del madreado en las cuatro podas del ensayo.....	40
Cuadro 6. Cantidad promedio en Kg de N/ha que se incorporó en el maíz durante el primer año en los distintos tratamientos.....	41
Cuadro 7. Cantidad promedio en Kg de N/ha que se incorporó en el sorgo forrajero durante el segundo año en los diferentes tratamientos.	41
Cuadro 8. Producción promedio de MS y PC del maíz en t/ha.....	42
Cuadro 9. Producción promedio de MS del sorgo forrajero en t/ha por corte.....	44
Cuadro 10. Producción promedio de PC del sorgo forrajero en t/ha por corte.....	45
Cuadro 11. Producción promedio de MS del madreado en t/ha por corte.....	46
Cuadro 12. Supervivencia en las diferentes accesiones y especies.....	50
Cuadro 13. Composición promedio en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.....	52
Cuadro 14. Composición química en la Hoja y Pecíolo en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.....	53

Cuadro 15.	Composición química en el Tallo Verde en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.....	54
Cuadro 16.	Composición química en el Tallo Seco en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.....	55
Cuadro 17.	Promedios de diámetros y alturas en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.....	56
Cuadro 18.	Capacidad de reproducción y cantidad de rebrote en (%) en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 22 meses.....	57
Cuadro 19.	Análisis del suelo en donde se realizó el ensayo.....	59
Cuadro 20.	Producción promedio de Materia Fresca y Seca en (t/ha) de las proveniencias de madreado en los dos cortes.....	61
Cuadro 21.	Porcentaje promedio de Materia Seca en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el primer corte.....	62
Cuadro 22.	Porcentaje promedio de Materia Seca en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el segundo corte.....	63
Cuadro 23.	Porcentaje promedio de Proteína Cruda en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el primer corte.....	65
Cuadro 24.	Porcentaje promedio de Proteína Cruda en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el segundo corte.....	66
Cuadro 25.	Porcentaje promedio de Digestibilidad <u>in vitro</u> de la Materia Orgánica en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el primer corte.....	67

Cuadro 26. Porcentaje promedio de Digestibilidad <u>in vitro</u> de la Materia Orgánica en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el segundo corte.....	68
Cuadro 27. Promedio de la planta total en (Kg) y sus proporciones en (%) de Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las diferentes proveniencias de madreado en el segundo corte.....	70
Cuadro 28. Promedio de altura de la planta en (m) en el primer y segundo corte y sobrevivencia en el segundo corte en las diferentes proveniencias de madreado.....	71
Cuadro 29. Cuantificación del daño por plagas en los brotes y en el follaje en las diferentes proveniencias de madreado.....	73
Cuadro 30. Composición de los alimentos usados en las dietas experimentales.....	75
Cuadro 31. Composición de las dietas ofrecidas.....	76
Cuadro 32. Composición de las dietas rechazadas.....	76
Cuadro 33. Consumos y ganancias de peso en los cabros	78
Cuadro 34. Consumos de alimento y ganancias de peso en ovejas.....	83
Cuadro 35. Peso Vivo y Peso Vivo Vacío de los cabros y ovejas según la dieta en (Kg).....	87
Cuadro 36. Peso de la Canal Caliente de las cabras y ovejas según la dieta (Kg).....	88
Cuadro 37. Rendimiento de la Canal Caliente en relación al Peso Vivo y Peso Vivo Vacío en cabras y ovejas, según la dieta (%).....	89
Cuadro 38. Contenido Digestivo de las cabras y ovejas según la dieta en g/Kg de PV.....	90

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Gráfica 1. Efecto de niveles de heno de gliricidia en las ganancias y consumo de cabritos...	82
Gráfica 2. Efecto de niveles de heno de gliricidia en las ganancias y consumo de corderos...	82

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Promedio de las precipitaciones mensuales en (mm) de los años 1987-1990.....	115
Anexo 2. Promedios de temperatura mínima y máxima mensual en °C de los años 1987-1990.....	116
Anexo 3. Esquema de la secuencia de las podas del madreado y los cortes de los cultivos intercalados.....	117
Anexo 4. Resultados de los análisis de suelo (0-15 cm) en un sistema de cultivos en callejón durante tres años.....	117
Anexo 5. Análisis de covarianza de la producción de maíz en t de MS/ha por fertilización.....	118
Anexo 6. Análisis de covarianza de la producción de maíz en t de PC/ha por fertilización.....	118
Anexo 7. Análisis de covarianza de la producción de sorgo forrajero en t de MS/ha por fertilización y cortes.....	118
Anexo 8. Desdoblamiento de los análisis de covarianza de la producción de sorgo forrajero en t de MS/ha por cortes (1 y 2).....	119
Anexo 9. Análisis de covarianza de la producción de sorgo forrajero en t de PC/ha por fertilización y por cortes.....	119
Anexo 10. Análisis de covarianza de la producción de madreado en t de MS/ha por fertilización y cortes.....	120
Anexo 11. Análisis de varianza de la producción de madreado en t de MF/ha, en el primer corte por proveniencia.....	120
Anexo 12. Análisis de varianza de la producción de madreado en t de MF/ha, en el segundo corte por proveniencia.....	120

Anexo 13.	Análisis de varianza de la producción de madreado en t de MS/ha, en el segundo corte por proveniencia.....	121
Anexo 14.	Análisis de varianza del Porcentaje de MS de la Hoja y Pecíolo, en el primer corte por proveniencia.....	121
Anexo 15.	Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Verde, en el primer corte por proveniencia.....	121
Anexo 16.	Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Seco, en el primer corte por proveniencia.....	122
Anexo 17.	Análisis de varianza del Porcentaje de MS de la Hoja y Pecíolo, en el segundo corte por proveniencia.....	122
Anexo 18.	Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Verde, en el segundo corte por proveniencia.....	122
Anexo 19.	Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Seco, en el segundo corte por proveniencia.....	123
Anexo 20.	Análisis de varianza del porcentaje de PC de la Hoja y Pecíolo, en el primer corte por proveniencia.....	123
Anexo 21.	Análisis de varianza del porcentaje de PC del Tallo Seco, en el primer corte por proveniencia.....	123
Anexo 22.	Análisis de varianza del porcentaje de PC del Tallo Verde, en el primer corte por proveniencia.....	124
Anexo 23.	Análisis de varianza del porcentaje de PC del Tallo Verde, en el segundo corte por proveniencia.....	124
Anexo 24.	Análisis de varianza del porcentaje de PC de la Hoja y Pecíolo, en el segundo corte por proveniencia.....	124
Anexo 25.	Análisis de varianza del porcentaje de PC del Tallo Seco, en el segundo corte por proveniencia.....	125

Anexo 26.	Análisis de varianza del porcentaje de DIVMO de la Hoja y Pecíolo, en el primer corte por proveniencia.....	125
Anexo 27.	Análisis de varianza del porcentaje de DIVMO del Tallo Verde, en el primer corte por proveniencia.....	125
Anexo 28.	Análisis de varianza del porcentaje de DIVMO del Tallo Seco, en el primer corte por proveniencia.....	126
Anexo 29.	Análisis de varianza del porcentaje de DIVMO de la Hoja y Pecíolo, en el segundo corte por proveniencia.....	126
Anexo 30.	Análisis de varianza del porcentaje de DIVMO del Tallo Verde, en el segundo corte por proveniencia.....	126
Anexo 31.	Análisis de varianza del porcentaje de DIVMO del Tallo Seco, en el segundo corte por proveniencia.....	127
Anexo 32.	Análisis de varianza de la planta promedio en Kg de MF, en el segundo corte por proveniencia.....	127
Anexo 33.	Análisis de varianza del porcentaje de la Hoja y Pecíolo fraccionado con relación a la planta promedio, en el segundo corte por proveniencia.....	127
Anexo 34.	Análisis de varianza del porcentaje del Tallo Seco fraccionado con relación a la planta promedio, en el segundo corte por proveniencia.....	128
Anexo 35.	Análisis de varianza del porcentaje del Tallo Verde fraccionado con relación a la planta promedio, en el segundo corte por proveniencia.....	128
Anexo 36.	Análisis de varianza de la altura de planta promedio en m, en el primer corte por proveniencia.....	128
Anexo 37.	Análisis de varianza de la altura de planta promedio en m, en el segundo corte por proveniencia.....	129

Anexo 38.	Análisis de varianza de la sobrevivencia en número de plantas en 10 m ² , a los 30 meses de la siembra por proveniencia.....	129
Anexo 39.	Análisis de varianza del consumo de MS en g/día, por especie y dieta.....	129
Anexo 40.	Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de MS en g/día, en cabras (C) y ovejas (O).....	130
Anexo 41.	Análisis de varianza del consumo de MS en g/Kg de PV, por especie y dieta.....	130
Anexo 42.	Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de MS en g/Kg de PV, en cabras (C) y ovejas (O).....	130
Anexo 43.	Análisis de varianza del consumo de PC en g/día, por especie y dieta.....	131
Anexo 44.	Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de PC en g/día, en cabras (C) y ovejas (O).....	131
Anexo 45.	Análisis de covarianza de la ganancia de peso en g/día, por especie y dieta.....	131
Anexo 46.	Desdoblamiento del análisis de covarianza de la ganancia de peso en g/día, en cabras (C) y ovejas (O).....	132
Anexo 47.	Análisis de varianza del consumo de MOD en g/Kg de PM, por especie y dieta.....	132
Anexo 48.	Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de MOD en g/Kg de PM, en cabras (C) y ovejas (O).....	132
Anexo 49.	Análisis de varianza del consumo de taninos (Catequinas) en g/día, por especie y dieta..	133
Anexo 50.	Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de taninos (Catequinas) en g/día, en cabras (C) y ovejas (O).....	133
Anexo 51.	Análisis de varianza del PV en Kg, por especie y dieta.....	133
Anexo 52.	Análisis de varianza del PVV en Kg, por especie y dieta.....	134

Anexo 53.	Análisis de varianza del PCC en Kg, por especie y dieta.....	134
Anexo 54.	Análisis de varianza del RCC en % del PV, por especie y dieta.....	134
Anexo 55.	Análisis de varianza del RCC en % del PVV por especie y dieta.....	135
Anexo 56.	Análisis de varianza del CD en g/Kg PV, por especie y dieta.....	135
Anexo 57.	Vísceras y desechos (Kg), Rendimiento de la canal (%) y Pesos vivos (Kg) en relación a las dietas y especies.....	136
Anexo 58.	Vísceras y desechos (% PVV), en relación a las dietas y especies.....	137

I. INTRODUCCION

En los países tropicales existe la necesidad de aumentar la producción de alimentos para satisfacer la demanda de una población cada vez más numerosa. La presión sobre el suelo ha llevado a reemplazar el sistema tradicional de cultivo en barbecho por uno de cultivo constante y a cultivar áreas que por su topografía y susceptibilidad a la erosión debieran de destinarse a cultivos permanentes ó a bosques.

La producción pecuaria también es limitada y especialmente en el caso de pequeños agricultores, la productividad es baja por la falta de recursos y/o por el mal uso de éstos.

El cultivo en callejones es un sistema agroforestal desarrollado en el IITA (Nigeria) hace más de 15 años, en el cual se cultivan plantas alimenticias (maíz, frijol, yuca, etc.) entre líneas de arbustos y árboles, que en la mayoría de las veces son leguminosas. Con su sistema radicular profundo los árboles absorben nutrientes no accesibles a los cultivos alimenticios y la retornan a la superficie cuando caen o se cortan sus hojas y se aplican como mulch.

Durante la época seca, los árboles le dan sombra al suelo, manteniendo la temperatura más baja, conservando la humedad y evitando que la radiación solar queme la materia orgánica. Además fijan nitrógeno y proveen leña al agricultor.

Si el follaje de éstos árboles se usa como forraje en lugar de mulch, se pueden integrar la producción pecuaria y la agrícola, reemplazando parte del mulch por estiércol. Además los árboles producen una cierta cantidad de forraje en la época seca en la que las gramíneas y leguminosas rastreras utilizadas tradicionalmente como forraje dejan de crecer.

Desde el punto de vista económico, el cultivo en callejones se presenta como un sistema más adecuado para el pequeño agricultor, ya que reduce su dependencia de insumos comprados, especialmente fertilizantes.

En base a lo anterior, se han planteado los siguientes objetivos:

General:

Estudiar las posibilidades y problemas del sistema de cultivos en callejones y su posible integración en un sistema de producción pecuaria.

BIBLIOTECA WILSON POPP
ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
APARTADO 22
TEGUCIGALPA HONDURAS

Específicos:

1) Estudiar el rendimiento de maíz y sorgo en un sistema de cultivos en callejones con madreaje (Gliricidia sepium).

2) Estudiar el establecimiento y adaptación de otros géneros, especies y proveniencias de leguminosas arbustivas, como alternativas al Gliricidia sepium en las condiciones locales.

3) Comparar el comportamiento de 10 proveniencias de Gliricidia sepium en cuanto a su producción de follaje y tolerancia a plagas y enfermedades.

4) Evaluar el efecto del Gliricidia sepium sobre el consumo de alimento y ganancias de peso de corderos y cabritos.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Cultivos en callejones

Dado que los agricultores de muchos países del trópico carecen de medios económicos para adquirir factores de producción costosos, es necesario desarrollar tecnologías de manejo de suelos que mantengan su fertilidad, no produzcan degradación y puedan sostener a largo plazo la producción. Una posibilidad de lograr estos objetivos es el sistema de cultivo en callejones, en el cual se siembran árboles (generalmente leguminosas) en hileras y se usa el espacio entre las hileras para la producción de cultivos anuales. Durante la época de crecimiento del cultivo, los árboles se podan regularmente para evitar la competencia por la luz y se dejan crecer libremente durante la época seca (Kang y col., 1987; Kang y Wilson, 1987; Atta-Krah y Sumberg, 1987).

El cultivo en callejones mantiene las características esenciales del barbecho y lo pueden practicar fácilmente los agricultores de escasos recursos del trópico (Kang y col., 1987). Aparte se les acredita a los árboles y arbustos utilizados en este sistema una función en:

- Proporcionar una capa vegetal protectora contra el viento al cultivo intercalado.
- Proporcionar sombra y material de poda, que se utiliza como capa vegetal protectora que ayuda a combatir las malas hierbas.
- Sirven como barrera para controlar la erosión del suelo, cuando se plantan en líneas de contorno en laderas.
- Proporcionar forraje, rodrgones, postes y leña.

Varias instituciones, entre ellas ILCA (International Livestock Centre for Africa), IITA (International Institute for Tropical Agriculture), CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), NFTA (Nitrogen Fixing Tree Association) y CATIE (Centro de Agricultura Tropical de Investigación y Enseñanza), están llevando a cabo una investigación conjunta sobre la integración de cultivos y pequeños rumiantes en un sistema de cultivos en callejones. Por ejemplo desde 1980 el CATIE, ha venido realizando trabajos sobre la utilización de forrajes de árboles y arbustos como alimentos para las cabras y ovejas. El objetivo de dichos esfuerzos es buscar alternativas para la producción de leche y carne para los pequeños agricultores que a la vez permitan un uso racional y sostenido de los recursos disponibles en la pradera (Rodríguez y col., 1987; Kang y col., 1987).

Los árboles y arbustos idóneos para el cultivo en callejones deben cumplir con los siguientes requisitos: establecimiento fácil, crecimiento rápido, sistema radicular profundo, producción de un follaje denso, buena capacidad de rebrote después de la poda, ser fáciles de desarraigar y que proporcionen derivados útiles (N.A.S., 1983; Salazar y Cheryl, 1986).

Una encuesta realizada en el KIT (Koninklijk Instituut voor de Tropen) en Holanda por Budelman (1990), señala las características que deben tener los arbustos forrajeros perennes en un sistema de cultivos en callejones. Cada una de las 47 instituciones y personas encuestadas definió las características más importantes de acuerdo a su criterio. Los resultados de la encuesta preliminar fueron los siguientes:

Característica	Variación (%)
1. Alta producción de biomasa	62
2. Fijación de nitrógeno.....	44
3. Rebrote rápido.....	43
4. Raíces profundas.....	75
5. Resistencia a plagas y enfermedades.....	69
6. Baja densidad de raíces (0-30 cm).....	75
7. Calidad de la madera.....	>100
8. Descomposición lenta de las hojas.....	87

9. Patrón de las ramas.....	82
10. Multiplicación vegetativa.....	>100
11. Calidad del tronco.....	>100
12. Movimiento de las hojas en relación al sol....	>100

El ordenamiento de cada característica está distribuida de mayor a menor en grado de importancia del encuestado, obteniéndose datos desde 1 a 17 respuestas como máximo para una sola característica.

1.1. Especies de árboles y arbustos

Los árboles y arbustos leguminosos se prefieren a los no leguminosos por su capacidad de fijar el nitrógeno de la atmósfera.

-Ademas el material verde posee una alta calidad nutritiva que se debe al elevado contenido de proteína cruda (PC), que permanece alto durante la mayor parte de la época seca (Tothill, 1987).

- Las leguminosas arboreas se establecen con facilidad y no requieren de insumos agronómicos (Smith y Van Houtert, 1987).

Varios árboles y arbustos podrían ser adecuados para el cultivo en callejones; pero sólo unos cuantos se han sometido a prueba. Entre ellos figuran las especies leguminosas Leucaena leucocephala, Gliricidia sepium, Flemingia congesta, Sesbania sesban, y las no leguminosas Alchornea cordifolia, Acioa barterii y Gmelina arborea (Obi y Tuley, 1973).

1.1.1. Leucaena leucocephala

La leucaena es la especie arbórea forrajera más conocida. Es nativa de Centro América y México. Incluye variedades forrajeras bien ramificadas, como por ejemplo: Cunningham y Perú, y tipos maderables gigantes tales como: K-8 y K-72. Las variedades forrajeras tienen un gran potencial para su utilización en bancos de proteína, en los cuales se siembra en hileras con 1 a 2 m de espaciamiento y 0.3 a 0.5 m entre plantas. Los bancos de proteína se cercan con el fin de controlar el pastoreo y pueden ocupar aproximadamente un 20% de la pradera (Hutton, 1981). También pueden ser usados en cercas vivas y para la conservación de suelos (Ramírez, 1972).

Durante el establecimiento son frecuentes los ataques de hongos y bacterias a las semillas que limitan su uso, ya sea que se establezca sola ó con asociación con gramíneas. En estado de plántula sufre el ataque de patógenos provenientes

de las semillas, que afectan su desarrollo normal. Cuando la planta alcanza su edad productiva, estos patógenos pueden causar disminución en la producción y calidad del forraje (Moreno y col., 1987).

Se conoce del ataque de insectos a la leucaena como el *Leucaena Psyllids*, (*Heteropsylla cubana*) un Homoptero originario del Caribe, México, Centro y Sur América donde su daño no es grave por encontrarse dentro de su hábitat con enemigos naturales tales como los insectos (*Olla abdominalis*) y (*Curinus coerulus*), también existen hongos y otros parásitos, mientras que en Asia, Hawaii, y Australia a causado la muerte en miles de has. (NFTA, 1988).

La leucaena se adapta a condiciones climáticas tropicales y subtropicales con un amplio rango de precipitación, pero lamentablemente solo se adapta a suelos calcáreos con pH alto. Una vez establecida, requiere poca humedad y es capaz de recuperarse después de las sequías (Alvarez, 1980).

Puede ser utilizada como forraje de corte, y en pastoreo. La producción de forraje es altamente influenciada por la variedad, así como por el clima. El rendimiento anual de materia seca (MS) oscila entre 2 a 20 t/ha. Con las mejores variedades forrajeras el rendimiento anual en MS (hojas y

tallos finos) es de 12 a 20 t/ha, o sea, de 800 a 4300 Kg de PC/ha. En los trópicos secos, los rendimientos se reducen durante la época seca, por lo que rara vez el rendimiento en forraje llega a 8 t/MS/ha/año (N.A.S., 1980).

El follaje de la leucaena tiene un elevado contenido de PC (hasta 25%) de alta calidad (Vargas y col., 1987) y la digestibilidad de la MS oscila alrededor de 65% (Oakes, 1968).

La leucaena es un alimento protéico que puede ser utilizado como suplemento en el ganado bovino y rumiantes menores. Contiene mimosina, un aminoácido que no causa efectos negativos en rumiantes ya que es metabolizado por los microorganismos en el rumen, pero que es tóxico en monogástricos, por lo que las concentraciones máximas de leucaena recomendadas para cerdos son de 5% y para aves y caballos de 7% (R.R.N.N., 1988).

1.1.2. Gliricidia sepium

El Gliricidia sepium es una leguminosa arbórea tropical nativa de México y América Central. Llamada comunmente "mata ratón" ó "madreado". Es una planta glabra y caducifolia de crecimiento bastante rápido, se caracteriza por una copa

abierta ó piramidal, con follaje sobre ramas largas, irregulares y plumosas que con frecuencia se curvan hacia abajo. Puede alcanzar una altura de 10 a 15 m (Smith y Van Houtert, 1987).

La planta crece bien en condiciones húmedas y cálidas, floreciendo en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1300 o incluso 1600 m; con una temperatura entre 22 y 30 °C y una precipitación entre 800-2300 mm al año (Chadhokar, 1982; N.A.S., 1980).

La edad de la planta, la estación y la frecuencia de la recolección influyen en el rendimiento de la materia fresca (MF) del madreaje. Chadhokar (1982) indica que un corte frecuente en los primeros años de crecimiento puede reducir el rendimiento de los años posteriores, y recomienda que durante los primeros dos o tres años se coseche el follaje sólo una ó dos veces al año. En plantas de madreaje de cinco años, el mismo autor encontró el máximo de producción con cuatro cortes al año.

Aunque el madreaje se mantiene verde durante todo el año, sobre todo si se corta periódicamente, el crecimiento y la retención del follaje son menores durante la estación seca. Oakes y Skov (1962), obtuvieron rendimientos mensuales de MS

de 0.99 y 1.48 t/ha para las estaciones seca y húmeda (55 mm/mes y 114 mm/mes respectivamente).

Para el cultivo en callejón, pocas especies reúnen todas las características necesarias. Gliricidia por ejemplo, tiene un crecimiento inicial lento lo que obliga a un control intensivo de las malas hierbas durante los primeros meses, aunque luego crece vigorosamente (Kang y col., 1987).

Una ventaja de la gliricidia es que ofrece la oportunidad para un avance genético rápido por su corto ciclo de semilla a semilla y la posibilidad de combinar la reproducción sexual con la propagación clonal del germoplasma sobresaliente. Factores que necesitan mejorarse son: la aceptación por los animales, el rendimiento en la producción de forraje y la calidad de la madera (Brewbaker, 1987).

1.2. Otras especies forrajeras arbóreas

Se suelen preferir las especies de fines múltiples porque dan flexibilidad al cultivo en callejones. De vez en cuando puede ser menester escoger una especie que sea excelente para un propósito específico, y entre esas especies tenemos:

1.2.1. Acacia villosa

Arbusto de muchas ramas que crece aproximadamente 3 m (en algunos casos hasta 5 m dependiendo del suelo). Su adaptabilidad es alta, soporta suelos ácidos e infértiles. Es un gran productor de semilla y su capacidad de crecimiento es mayor que el de la Leucaena leucocephala en los suelos mencionados. Puede ser cortada a alturas de 0.5-1 m a intervalos de dos a cuatro meses; puede ser utilizada para cercas vivas y al mismo tiempo como alimento para rumiantes (Keoghan, 1987).

Si no se poda regularmente se puede convertir en una mala hierba dispersándose en todo el campo. Sus raíces son excelentes para la prevención de la erosión y sus hojas dan un humus que mejora la estructura y fertilidad del suelo.

Una desventaja de esta especie es que no es muy apetecida por los animales ya que las hojas son altas en taninos (6%) y su digestibilidad es baja (35%), aunque el nivel de PC es alto (27%) (Thomson, 1989).

En suelos pobres rinde hasta 20 m³/ha/año de madera. Posee un crecimiento inicial lento, pero se desarrolla rápidamente cuando está bien establecido (Ugalde, 1983).

1.2.2. Sesbania sp.

El género *Sesbania* tiene cerca de 50 especies, entre las cuales se pueden mencionar: *S. sesban*, *S. grandiflora*, *S. kenvensis* y *S. macrantha*. Hay especies anuales y perennes esparcidas por los trópicos y subtrópicos, que alcanzan hasta 7 m de altura. Toleran suelos alcalinos y salinos, por lo que pueden ser utilizadas en programas de recuperación de éste tipo de suelos. Como ninguna otra leguminosa, la *Sesbania* soporta las inundaciones, y continúa fijando nitrógeno, lo que la hace útil donde se cultiva arroz y en áreas de inundaciones por temporadas (NFTA, 1986).

Las hojas de *Sesbania* pueden ser usadas para forrajes de rumiantes. Algunas variedades producen 20 t MS/ha/año con 50% de hojas. Ambos tipos (perennes y anuales) producen leña y pulpa para fibra. Casos de enfermedades o plagas son raros en esta especie (Brewbaker y Glover, 1988).

En el suroeste de Asia las flores de ésta especie son muy apetecidas como comestible y el follaje es utilizado como forraje, el cual contiene de 36% de PC. En Vietman es utilizada en sistemas agroforestales en asocio con arroz y árboles frutales. Se reportan crecimientos a seis meses de 3 a 4 m de altura y 4.8 cm de diámetro a 0.5 m sobre el nivel

del suelo (Ugalde, 1983).

1.2.3. Albizia lebbek

Este árbol alcanza hasta 30 m de altura en selvas lluviosas. Es nativo de la India, en donde crece en una gran variedad de climas, desde 600-2500 mm, aunque se ha dado en lugares donde la precipitación anual es de 400 mm. También soporta suelos alcalinos, salinos ó ácidos. El ganado come sus hojas y retoños, el contenido de PC de las hojas es de 20%; no tiene componentes tóxicos y la digestibilidad de las hojas maduras es de 45% y de 70% la de las hojas tiernas (NFTA, 1986; Prinsen, 1988).

No tolera la sombra ni la competencia de las copas, por esto en plantaciones son necesarios los raleos para reducir la densidad inicial a unos 250 árboles/ha. En Malasia se han obtenido rendimientos de 13 a 37 m³ de leña/ha/año. Esta

especie es muy utilizada en el control del zacate Imperata cylindrica (Ugalde, 1983).

1.2.4. Calliandra calothyrsus

Es un árbol de crecimiento rápido y abundante

ramificación que alcanza unos 6 m, aunque en condiciones favorables puede alcanzar hasta los 12 m de altura. El crecimiento máximo lo tiene con 2000 a 4000 mm de precipitación por año, aunque puede crecer en áreas de hasta 700 mm. Tiene una alta producción de leña y carbón, con un contenido energético de 4500 a 4750 Kcal/Kg de madera seca (NFTA, 1988).

El uso de la Calliandra en cultivo en callejones ha ganado popularidad en Indonesia, República Dominicana, Kenya y otros países. Sus hojas y retoños verdes tienen un contenido de PC de 22% y la producción de MF llega a 46.2 t/ha/año; pero su alto contenido de taninos (10%) hace que la digestibilidad sea baja (35-42%). Las cabras y ovejas pueden ser alimentadas con hojas frescas mezcladas con otros alimentos, siempre que exista un período de adaptación, debido a la alta cantidad de taninos (Lowry, 1988).

2. El papel de los follajes arbóreos en los sistemas de producción de rumiantes

Los pastos en regiones tropicales y subtropicales crecen rápidamente durante los períodos de lluvia y su valor nutricional es alto por períodos muy cortos, ya que disminuye

rápidamente con la madurez y durante la época seca. La introducción de leguminosas en la dieta con pastos no resuelve todos los problemas nutricionales, pero sí provoca una respuesta positiva en la productividad animal (Preston y Leng, 1989).

2.1. Valor alimenticio del follaje de madreando

El follaje de madreando es un recurso alternativo que puede servir como fuente de nitrógeno fermentable y de proteína sobrepasante para la alimentación de rumiantes. Datos obtenidos en el Zamorano indican que el follaje de madreando tiene una DIVMO de $63.8 \pm 6.4\%$ y un contenido de PC de $23.8 \pm 3.3\%$ (Molina, 1989). Niveles elevados de PC (23%) han sido reportados igualmente por otros autores (Chadhokar, 1982; Preston y Leng, 1989).

El madreando puede darse a rumiantes a niveles bastante altos, bien como forraje único (durante la estación seca) ó como suplemento protéico de los forrajes tropicales ó subproductos de mala calidad (durante la estación lluviosa). Este sistema de alimentación puede mantener el peso corporal ó incluso permitir un aumento moderado, evitando así la pérdida tradicional de peso que se produce en el ganado tropical durante la estación seca (Smith y Van Houtert, 1987).

Se ha comprobado que las dietas con más de 25% de madreado no ofrecen ninguna ventaja, pero la administración de madreado a ovejas en proporciones comprendidas entre 25 y 75% durante el período de reproducción no pareció tener ningún efecto sobre su rendimiento (Chadhokar y Kantharaju, 1980). Devendra (1983), publicó datos que confirman esto, señalando que la sustitución del 30% de una dieta a base de alimentos toscos por madreado aumenta en un 62% la ingestión de energía metabolizable; sin embargo, para que esos beneficios potenciales sean totalmente reales, los animales tienen que consumir una cantidad suficientemente grande de esta leguminosa.

Carew (1983), alimentó ovejas y cabras enanas de Africa Occidental exclusivamente con madreado durante 21 semanas. Durante las primeras tres semanas los animales perdieron peso (85.7 g/día las ovejas y 14.3 g/día las cabras) y el consumo promedio fué de 450 g de MS/día. Después de éste período, las ovejas aumentaron su consumo a 700 g de MS/día y ganaron 88 g/día de peso y las cabras consumieron 594 g de MS y aumentaron 21 g/día.

Los datos sobre la digestibilidad del madreado son escasos, por haberse utilizado muy pocas veces como alimento único del ganado (Ruíz y col., 1979). Raudales (1990),

encontró una DIVMO de 58.6% demostrando que el madreado se digiere bastante bien y mejora la digestibilidad de los forrajes de mala calidad cuando se utiliza como suplemento.

En un estudio comparativo del índice de digestión en el rumen de distintas fuentes de proteína en ganado vacuno, Minor y Howell (1979), señalaron que las hojas de madreado eran las segundas que con mayor rapidéz degradaba la MS y PC (12 y 8 horas) de cinco follajes examinados, y en cuarto lugar la Leucaena (23 y 21 horas respectivamente), leguminosa forrajera semejante.

El mayor problema en el uso de leguminosas en la alimentación animal es la presencia de sustancias tóxicas y factores antinutricionales. Estos constituyentes tienen diferentes efectos adversos sobre el animal, incluyendo disminución del apetito y reducción en la digestibilidad de la MS y la PC. Los fitatos forman quelatos con los elementos minerales, especialmente el Ca, Mg, Fe, Zn y Mo e interfieren en su absorción y utilización. Los oxalatos reducen la absorción de Ca y Mg y a la vez reaccionan con las proteínas formando complejos que tienen un efecto inhibitor sobre la digestión de las pectinas. Las saponinas tienen efecto negativo sobre los sistemas cardiovasculares y nerviosos así como sobre el sistema digestivo. Los glucósidos cianogénicos

reducen la patabilidad y causan toxicidad. Los taninos inhiben la utilización de nutrientes, inhiben las enzimas y reducen la digestibilidad del forraje. La media en contenido de taninos es de $5.5 \pm 0.75\%$ con un rango entre 0 y 10.7%, esta variación en contenido de taninos tiene un efecto considerable en la calidad nutricional del forraje para las diferentes especies (Ologhobo, 1989).

Smith y Van Houtert (1987) citan varios autores, los cuales describen el aislamiento de algunas sustancias tóxicas de diversas partes del madreño. Griffiths (1962), aisló de las hojas cumarina y ácido O-cumárico, Manidool (1985), por su parte encontró ácido cianhídrico. También se han encontrado nitratos en plantas completas por métodos espectrofotométricos (Tiheebilcock, 1978), y alcaloides no identificados (Glander, 1977).

Galindo y col. (1989), en un estudio reciente sobre sustancias antinutricionales encontraron que las hojas de madreño contenían 260 ppm de fenoles, expresado como ácido cafeico, cantidad que es muy inferior al contenido de fenoles en hojas de nacedero (Trichaentera gigantea) y otras especies. A pesar de esta serie de sustancias potencialmente tóxicas, no se ha comprobado la toxicidad en condiciones prácticas de alimentación de rumiantes (Chadhokar y Kantharaju, 1980).

III. MATERIALES Y METODOS

Localización y fecha de los estudios

El presente estudio comprende 4 experimentos que fueron realizados en distintas secciones del Departamento de Zootecnia de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, localizada en el valle del río Yeguary, a 37 Km Sur-Este de Tegucigalpa, Francisco Morazán, Honduras. La elevación del valle es de 800 msnm, a una latitud de 14°N y 87°O, con una precipitación promedio anual (1987-90) de 1130 mm en seis meses (junio-noviembre; Anexo 1) y con una temperatura promedio (1987-90) de 23.7°C (con promedios en mínima de 18.2°C y máxima de 29.3°C; Anexo 2). Los experimentos fueron realizados entre el 15 de mayo de 1989 y el 15 de marzo de 1991 y fueron los siguientes:

- 1.- Evaluación de un sistema cultivo en callejones con madreaje (Gliricidia sepium).
- 2.- Evaluación de otras especies forrajeras para un sistema

de cultivo en callejones (Sesbania sp., Acacia villosa, Albizia lebbeck, Calliandra calothyrsus y Leucaena leucocephala).

- 3.- Comparación de 10 proveniencias de Gliricidia sepium.
- 4.- Efecto del follaje de Gliricidia sepium sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas.

1. Experimento No. 1

Evaluación del sistema cultivos en callejones con "madreado" (Gliricidia sepium).

Objetivo: Estudiar el rendimiento de maíz y sorgo forrajero en un sistema de cultivos en callejones con madreado.

1.1. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos experimentales se describen en el Cuadro 1. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad

experimental comprendió parcelas de 20 m² para ambos cultivos. En el caso del sorgo se realizaron dos cortes analizándose los datos como un factorial de 2x4 y para el madreño se utilizó un factorial 4x4 con cuatro cortes y cuatro fertilizaciones.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales estudiados

Tratamientos	Cultivos		
	Abono	Maíz(1)	Sorgo(2)
	(%)	(Kg N/ha)	(Kg N/ha)
I(3)	100 % abono verde	106	96
II	100 % abono verde	22	33
III(3)	75 % abono verde 25 % estiercol	106	96
IV	75 % abono verde 25 % estiercol	22	33
1 = Más 44 Kg de P ₂ O ₅ por ha y 22 Kg de K ₂ O por ha de fertilizante químico (12-24-12)			
2 = Más 65 Kg de P ₂ O ₅ por ha y 33 Kg de K ₂ O por ha de fertilizante químico (12-24-12)			
3 = Fuente principal de Nitrógeno con fertilizante químico urea-46%			

El 100% de abono verde se refiere a la aplicación total del follaje en MF, independientemente del número de plantas en los 5 m lineales de parcela correspondientes en los 20 m² de unidad experimental y de igual forma el 75% de abono verde y el 25% de estiercol fresco.

1.2. Cultivos y su manejo

1.2.1. Gliricidia sepium

Se utilizó para el estudio una plantación de madreaje sembrada en Mayo de 1987, a 4 m entre surcos, para permitir el uso de maquinaria agrícola, y 0.3 m entre plantas con dos semillas por postura. La semilla utilizada fué recogida en las cercas vivas de la zona.

Durante el período experimental se realizó la primera poda al inicio del ensayo (Mayo, 1989), o sea dos años después de haberse establecido, para darle mayor oportunidad de enraizamiento a la planta. Posteriormente hubieron tres podas consecutivas en el transcurso de dos años, todas a la altura de 1 m, siendo el material fresco (MF) aplicado como cobertura vegetal en la segunda y cuarta poda de acuerdo a los tratamientos indicados anteriormente e incorporado al suelo en las podas primera y tercera (Anexo 3).

1.2.2. Cultivos intercalados

1.2.2.1. Maíz

Durante el primer año del ensayo el cultivo intercalado fué Maíz (Zea mays). Se usó el híbrido (H-27), sembrado con una densidad de 70,000 plantas/ha. Se fertilizó al inicio de

la siembra a todos los tratamientos con 180 Kg/ha de fertilizante químico compuesto (12-24-12) y dos fertilizaciones posteriores a los 21 y 60 días con 90 Kg/ha de urea (46%) para los tratamientos I y II respectivamente.

Los insectos fueron controlados con MTD-600 (Tamarón), un insecticida organofosforado de acción de contacto y de ingestión, a razón de 1.5 l/ha. Las malezas se controlaron a los 30 y 60 días después de la siembra en forma manual.

1.2.2.2. Sorgo forrajero

Durante el segundo año se sembró Sorgo Forrajero híbrido "Ganadero" (Sorghum sudanense x Sorghum bicolor), con una densidad de 125,000 plantas/ha, aunque la recomendación es 250,000 plantas/ha (Moreira y col., 1990). Esto se hizo por un mayor distanciamiento entre surcos a 0.9 m. Todos los tratamientos fueron fertilizados al momento de la siembra con 270 Kg/ha de 12-24-12. Los tratamientos I y III se fertilizaron 30 días después de la siembra con 136 Kg/ha de urea 46%.

Los insectos fueron controlados con Perfekthion, insecticida organofosfórado de acción sistémica y de contacto,

a razón de 1.0 l/ha. El control de malezas fué manual, 30 días después de la siembra.

1.2.3. Estiércol

Se utilizó estiércol de cabra seco sin fermentar, que se obtuvo de las galeras existentes en la sección.

1.3. Controles experimentales

1.3.1. Gliricidia sepium

En cada corte (1 m de altura) se midió la producción de MS por unidad experimental.

1.3.2. Cultivos intercalados

En ambos cultivos (maíz y sorgo forrajero) se determinó la producción de MS y PC de la planta total. Las plantas de maíz se cortaron a los 100 días después de la siembra y a las de sorgo forrajero se les dió dos cortes a los 60 días y a los 45 días después del primer corte.

1.4. Análisis de laboratorio

Se hicieron análisis de laboratorio de cada corte del madreado, de los cultivos (maíz, sorgo). Se determinó la MS mediante el método de la AOAC (1980) y de PC determinada por el método de Kjeldahl, AOAC (1980).

1.5. Análisis estadístico

Se empleó el análisis de covarianza (ANCOVA), separación de medias por la prueba Duncan y comparaciones ortogonales (Steel y Torrie, 1989), para analizar los resultados de MS y PC.

2. Eperimento No. 2

Evaluación de otras especies forrajeras para un sistema de cultivos en callejones

Objetivo: Estudiar el establecimiento y adaptación de otros géneros, especies y proveniencias de leguminosas arbustivas en las condiciones locales.

2.1. Tratamientos y diseño experimental

En este caso sólo se realizaron observaciones que no fueron analizadas estadísticamente debido al pequeño número de plantas sembradas de algunas de las accesiones.

2.2. Cultivo y su manejo

Las distancias de siembra fueron las mismas para el madreado, (4 m entre líneas y 0.3 m entre plantas). Las semillas fueron sembradas en bandejas de plástico, bajo sombra y después se transplantaron.

En el Cuadro 2 se detallan las especies, accesiones y número de semillas utilizadas. El transplante se hizo a los 30 días de haberse sembrado, colocando estacas en cada plántula por el fuerte viento.

La primera poda se realizó a los 16 meses a una altura de 0.5-1.0 m dependiendo de la especie y se midió el rebrote seis meses después. Las accesiones que fueron más sensibles a plagas fueron eliminadas, así como las de escaso desarrollo después de la estación seca. Las plantas establecidas se mantuvieron con control manual de malezas hasta que alcanzaron un buen crecimiento.

Cuadro 2. Especies y accesiones estudiadas

Accesiones	Especies	Número de semillas
I-1157	<i>Sesbania greenwayi</i>	5
I-15358	<i>Sesbania goetzei</i>	5
I-14926	<i>Sesbania goetzei</i>	63
I-549	<i>Sesbania grandiflora</i>	121
I-15078	<i>Sesbania cannabina</i>	30
I-1268	<i>Sesbania kenyensis</i>	30
I-1181	<i>Sesbania quadrata</i>	45
I-1204	<i>Sesbania rostrata</i>	30
I-1254	<i>Sesbania rostrata</i>	24
I-1192	<i>Sesbania sesban</i>	4
I-1214	<i>Sesbania sesban</i>	28
I-9164	<i>Sesbania sesban</i>	62
I-1179	<i>Sesbania sesban</i>	100
I-1169	<i>Sesbania macrantha</i>	19
I-1197	<i>Sesbania macrantha</i>	42
I-748	<i>Sesbania macrantha</i>	30
I-1072	<i>Sesbania macrantha</i>	30
N-850	<i>Acacia villosa</i>	614
N-812	<i>Sesbania sesban</i>	1049
N-802	<i>Albizia lebbeck</i>	203
N-220	<i>Gliricidia sepium</i>	201
N-495	<i>Calliandra calothyrsus</i>	237
N-K636	<i>Leucaena leucocephala</i>	263
C-21250	<i>Sesbania sesban</i>	1643

I = IITA

N = NFTA

C = CIAT

2.3. Controles experimentales

Para cada especie se midió:

- Porcentaje de germinación
- Porcentaje de transplante

- Altura a los 6, 12 y 16 meses
- Incidencia de plagas y enfermedades
- Porcentaje de sobrevivencia a los 6, 12 y 16 meses
- Diámetro a la altura del pecho
- Diámetro a la altura del corte
- Ramificaciones basales
- Producción de semillas
- Capacidad de rebrote después de 6 meses de la poda
- Producción de pecíolo y hoja (planta por especie)
- Producción de tallo verde (planta por especie)
- Producción de tallo seco (planta por especie)

2.4. Análisis de laboratorio

Se hicieron análisis de laboratorio del corte de cada especie que sobrevivió a los 16 meses. Se determinó la MS, la PC y la DIVMO por los métodos ya descritos. Los insectos encontrados como plagas fueron identificados en el centro de diagnóstico de la Escuela Agrícola Panamericana.

3. Experimento No. 3

Comparacion de diez proveniencias de *Gliricidia sepium*

Objetivo: Comparar el comportamiento de diez proveniencias de madreado en cuanto a su producción de follaje y tolerancia a plagas y enfermedades.

Este ensayo busca evaluar diversas procedencias de *Gliricidia sepium*, recolectadas por el Instituto Forestal de Oxford en una extensa área de distribución natural entre México y el Norte de Sur América. Este es un ensayo regional, que está siendo establecido en diferentes países, con el objeto de evaluar el crecimiento inicial y la producción de follaje y de leña (Hughes, 1987).

3.1. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos experimentales se describen en el Cuadro 3. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con diez tratamientos y tres repeticiones, cada parcela experimental tiene una extensión de 40 m².

Cuadro 3. Tratamientos experimentales

Tratamiento	Proveniencia	País de origen
I	Retalhuleu	Guatemala
II	Mariara	Venezuela
III	Playa Tamarindo	Costa Rica
IV	Arriaga	México
V	San Francisco	México
VI	Güayabillas	Honduras
VII	San Mateo	México
VIII	Vado Hondo	Guatemala
IX	Portezuelo	Colombia
X	Monterrico	Guatemala

3.2. Cultivo y manejo del madreado

El madreado fué sembrado en junio de 1988, a una distancia de 1 m entre surcos y 0.05 entre plantas. Se efectuó un corte de nivelación a los 12 meses de la siembra a una altura de 0.5 m, sin toma de datos de producción, pero sí de resistencia a plagas y enfermedades. A los 18 meses se hizo el segundo corte a una altura de 0.8 m y el tercer corte a los 30 meses a una altura de 1 m.

La plantación no se regó ni se fertilizó, para darle las condiciones normales de la zona; pero sí se fumigó contra plagas con Perfekthion, a razón de 1.0 l/ha. La plantación fué desyerbada manualmente cada seis meses desde su siembra.

3.3. Controles experimentales

Durante el período experimental se realizaron dos cortes y se determinó:

- La producción de MF por parcela
- La altura promedio de las plantas en la parcela
- El daño por insectos de acuerdo a la escala de Caballero (1989).

En el segundo corte se incluyeron además los siguientes parámetros:

- Número de plantas en 10 m² a los 30 meses
- Producción de pecíolo y hoja (planta/parcela).
- Producción de tallo verde (planta/parcela).
- Producción de tallo seco (planta/parcela).
- Producción de MF y MS por parcela

3.4. Análisis de laboratorio

Se hicieron análisis de laboratorio de MS y PC por los métodos ya descritos, de las fracciones de la planta (la hoja y pecíolo, el tallo verde y el tallo seco); también se les

determinó la DIVMO por el método de Menke y col. (1979).

Los insectos encontrados como plagas fueron identificados en el Centro de Diagnóstico del Departamento de Protección Vegetal de la Escuela Agrícola Panamericana.

3.5. Análisis estadístico

Los datos de campo fueron analizados con los programas MSTAT, haciéndose análisis de varianza (ANDEVA) de producción de MF y MS de la parcela en ambos cortes y en las fracciones de la planta sus porcentajes de MS, PC y DIVMO. También se analizaron en la altura promedio y la sobrevivencia y se hizo correlación entre la producción de MF y MS con la altura de la planta. La separación de medias entre proveniencias se realizó por la prueba Duncan (Steel y Torrie, 1989) .

4. Experimento No. 4

Efecto del follaje de Gliricidia sepium sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas.

Objetivos: Evaluar el efecto del madreado sobre el consumo de alimento y ganancias de peso de corderos y cabritos.

4.1. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos experimentales empleados se describen en el Cuadro 4. Se utilizó un diseño completamente al azar con ocho tratamientos y cinco repeticiones, con arreglo factorial de 2x4. Cada repetición consta de un animal (cabra u oveja).

Cuadro 4. Tratamientos experimentales

	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Ingredientes	(%)	(%)	(%)	(%)
Harina de madreado	00	12	24	36
Heno de Transvala	80	68	56	44
Melaza	20	20	20	20

4.2. Animales y su manejo

Se utilizaron 20 cabros y 20 ovejos enteros. Los cabros de la raza Saanen, tuvieron un peso inicial promedio de 19.7 Kg y los ovejos cruzados Katahdin x Blackbelly, uno de 25.9 Kg.

Los animales fueron asignados a los tratamientos al azar. colocandose en jaulas individuales de 1.4 x 1.9 m con piso de parrilla, comedero, salitrero y bebedero de balde.

En los días 1, 22, 82 y 103 del experimento los animales fueron desparasitados con Ivermectina (Ivomec) a razón de 1cc por cada 45 Kg de peso vivo. Además al inicio y a mediados del experimento se les aplicó, 1 cc por animal de vitaminas ADE. Los animales se mantuvieron en experimentación durante 105 días y 15 días de adaptación.

4.3. Manejo de alimentos

El heno de transvala (Digitaria decumbens), de 42 días de rebrote fué picado en un molino de martillo a un tamaño de 0.5 cm y fué mezclado con la harina de madreado (hojas y pecíolos) secada al sol y la melaza en una mezcladora vertical. Las dietas fueron suministradas ad-libitum al igual que la sal mineral y el agua.

4.4. Controles experimentales

Los cabros y ovejos se pesaron al inicio y final de período de acostumbramiento de 15 días y luego cada 21 días.

El alimento ofrecido y el rechazo se pesó diariamente durante los 105 días, para medir el consumo de MS, MOD, PC, Energía Digerible (ED) y Taninos como catequinas.

Tanto de los cabros como de los ovejos, al final del período de experimental se sacrificaron dos animales tomados al azar de cada tratamiento, haciendo un total de 16 animales y en los que se determinó:

- Peso vivo al sacrificio
- Peso vivo vacío (menos contenido del aparato digestivo)
- Peso canal caliente (inmediatamente después del sacrificio)
- Peso canal fría (24 h de enfriamiento a 3°C)
- Rendimiento de la canal caliente
- Rendimiento de la canal fría
- Corazón
- Hígado
- Pulmón
- Bazo
- Riñón
- Aparato reproductor
- Aparato digestivo lleno
- Aparato digestivo vacío
- Sangre
- Cuero

- Cabeza
- Patas

4.5. Análisis de laboratorio

Se hicieron análisis de las dietas ofrecidas y rechazadas, así como de las materias primas que forman las dietas (Heno Transvala, Harina de madreado y melaza), determinandose MS, PC, MO, FND, FAD y DIVMO mediante los métodos descritos con anterioridad. También se determinó la ED según las tablas del NRC (1985) y la cantidad de Taninos en forma de Catequinas por el método de Burns (1971).

4.6. Análisis estadísticos

Los datos de campo fueron analizados estadísticamente con el programa MSTAT haciendose un análisis de varianza (ANDEVA) para el consumo de MS g/día y g/Kg PV, PC, MOD en g/Kg PV 0.75 y taninos en forma de catequinas y un análisis de covarianza (ANCOVA) para ganancia de peso. Además se hicieron separaciones de medias por la prueba Duncan y contrastes poligonales por especie entre dietas (Steel y Torrie, 1989).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Evaluación del sistema cultivos en callejón con madreado (Gliricidia sepium)

1.1. Condiciones ambientales y edáficas

Los promedios de precipitación, temperatura mensuales y análisis del suelo prevalecientes durante los años del ensayo se presentan en los anexos 1, 2 y 4.

1.2. Aporte de Nitrógeno por fuentes orgánicas e inorgánicas en el cultivo del Maíz y Sorgo forrajero

En el Cuadro 5 se indica la cantidad de nitrógeno, contenida en el abono verde y el estiércol que fué aplicado al suelo en cuatro oportunidades. Se observa que el madreado incorporado al suelo con un promedio de 3.8% de N, fué superior al estiércol de cabra con 2.4% de N en las cuatro aplicaciones.

Cuadro 5. Composición en base seca del estiércol de cabra y del madreaje en las cuatro podas del ensayo.

	Podas			
	1ra	2da	3ra	4ta
Abono verde				
MS (%)	32.6	26.5	22.2	29.9
N (%)	3.2	3.8	3.8	4.2
Estiércol				
MS (%)	91.5	82.5	79.7	58.4
N (%)	2.5	2.5	1.8	2.6

Basado en estos datos en los Cuadros 6 y 7 se puede observar la cantidad total de N/ha que aportó el suelo y lo que se incorporó con los fertilizantes orgánicos e inorgánicos en al maíz y al sorgo en las diferentes parcelas. Para estos cálculos se asumió que solo el 2% de N orgánico aportado por el suelo y por el abono verde y el estiércol es disponible para la planta.

De acuerdo a estas cifras los niveles de N disponible estuvieron por debajo del requerimiento del maíz, que para un rendimiento de 5 a 6 t/ha de grano bajo las condiciones locales, es de 225 Kg N/ha (Escamilla, 1985).

Cuadro 6. Cantidad promedio en Kg de N/ha que se incorporó en el Maíz durante el primer año en los distintos tratamientos.

Maíz	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Suelo	76.0	76.0	76.0	76.0
Abono verde	12.7	11.6	9.7	10.3
Estiércol	----	----	2.2	2.3
FQ (12-24-12)	22.0	22.0	22.0	22.0
FQ (Urea-46%)	84.0	----	84.0	----
Total	195.0	110.0	195.0	110.0

FQ = Fertilizante químico

En el caso del sorgo forrajero para suplir el requerimiento de 150 Kg N/ha en dos cortes que necesita el sorgo forrajero para un rendimiento de 40-50 t/ha de forraje verde (Moreira y col., 1990), se aplicaron 96 Kg N/ha como fertilizante químico.

Cuadro 7. Cantidad promedio en Kg de N/ha que se incorporó en el Sorgo forrajero durante el segundo año en los diferentes tratamientos.

Maíz	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Suelo	76.0	76.0	76.0	76.0
Abono verde	6.6	6.5	5.3	5.5
Estiércol	----	----	1.0	1.0
FQ (12-24-12)	33.0	33.0	33.0	33.0
FQ (Urea-46%)	63.0	----	63.0	----
Total	178.0	116.0	178.0	116.0

FQ = Fertilizante químico

1.3. Producción de Materia Seca y Proteína Cruda

1.3.1. Maíz

En la producción de MS del maíz no hubo diferencia entre los niveles de fertilización (Anexo 5), e incluso los tratamientos con 110 Kg N/ha tuvieron una ligera ventaja sobre los de 195 Kg N/ha (Cuadro 8). Ensayos realizados indican que con cantidades pequeñas o nulas de fertilización el maíz puede llegar a 4.6-6.3 t/ha de MS y si se aumentan 112 Kg N/ha se incrementará a 6.3-7.9 t/ha, así como la PC en 1%, para valorar los resultados hay que recordar que la planta de maíz de 90-100 días de crecimiento solamente ha depositado el 75-80% en MS de su peso total (Corral, 1990).

Cuadro 8. Producción promedio de MS y PC del maíz en t/ha.

	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Porcentaje				
Abono verde	100	100	75	75
Kg/N/ha (Total)	195	110	195	110
MS	4.9	6.0	4.8	5.8
PC	0.2	0.2	0.2	0.2

La falta de agua puede ser otro factor que influyó en una menor producción. El maíz bien fertilizado posee un sistema

radicular profundo y denso, que le permite extraer agua de capas profundas, por la que una elevada fertilización resulta esencial para aumentar el rendimiento. Cuando la humedad acumulada en el subsuelo es baja y las lluvias son escasas, el mayor desarrollo del cultivo debido al empleo de los fertilizantes puede traducirse en una disminución del rendimiento (Aldrich y Leng, 1974). No hubo diferencia en la producción de PC (Anexo 6) entre las distintas fertilizaciones.

1.3.2. Sorgo forrajero

Hubo diferencia entre cortes ($P=0.033$) en cuanto a la producción de MS (Anexo 7), con mayor producción en el segundo corte (Cuadro 9). En el primer corte no hubo diferencias entre los niveles de fertilización, aunque el tratamiento con 75% de abono verde y 33 Kg N/ha tuvo una ligera ventaja con respecto al resto de los tratamientos (Anexo 8). En el segundo corte sí hubo una diferencia entre los tratamientos con 178 y 116 Kg N/ha ($P=0.023$; Anexo 8).

La menor productividad del primer corte del sorgo forrajero en comparación con el segundo se puede atribuir a la época de sequía corta que se intercala con la época lluviosa (canícula).

Cuadro 9. Producción promedio de MS del sorgo forrajero en t/ha por corte.

	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Porcentaje				
Abono verde	100	100	75	75
Kg N/ha (Total)	178	116	178	116
I Corte	2.8	3.0	2.6	3.1
II Corte	3.9ab	3.4b	4.0a	3.4b

Promedios en líneas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P < 0.05$

Cuando escasean los elementos en el suelo como el nitrógeno, el crecimiento vegetal se retrae, pero la pérdida de agua por transpiración de las hojas y por evaporación desde el suelo continua prácticamente al mismo ritmo que si las plantas estuvieran en óptimas condiciones. La evapotranspiración de un cultivo con una cobertura vegetal del 50% permanece prácticamente igual o menor que cuando se aplican fertilizantes y es por eso que no es raro encontrar aumentos en el rendimiento del cultivo (Aldrich y Leng, 1974).

Además de lo anterior, durante las primeras etapas de vida las plantas translocan sus nutrientes para el desarrollo radicular, luego los usan en la producción de biomasa (Santillan, 1988). La producción del sorgo forrajero en la EAP sin cultivo en callejón es de 8.6 a 10.8 t de MS/ha/en dos

y tres cortes respectivamente (Moreira y col., 1990), que es superior al valor máximo encontrado de 6.6 t de MS/ha en 2 cortes, esto se puede atribuir a un distanciamiento mayor entre surcos, el cual fué de 0.9 m y no de 0.25 m como es lo recomendado. Tambien el area que ocupan las hileras de madreado es de un 20% aproximadamente.

La producción de PC fué similar en los dos cortes (Cuadro 10) y no hubo diferencia entre ninguno de los niveles y tipos de fertilización (Anexo 9). Aldrich y Leng (1974), mencionan que los fertilizantes orgánicos como los estiércoles y abonos verdes de leguminosas aumentan en mayor medida el contenido de nitrógeno que los fertilizantes químicos en las partes vegetativas que en el grano.

Cuadro 10. Producción promedio de PC del sorgo forrajero en t/ha por corte.

	Tratamientos				Promedio
	I	II	III	IV	
Porcentaje Abono verde	100	100	75	75	
Kg/N/ha (Total)	178	116	178	116	
I Corte	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07
II Corte	0.08	0.06	0.09	0.07	0.08
Promedio	0.07	0.07	0.08	0.08	

1.3.3. Producción de madreado

En la producción de MS del madreado no hubo diferencia entre los tratamientos, pero sí la hubo entre cortes ($P=0.001$; Anexo 10), donde el segundo corte presentó la mayor producción (Cuadro 11). El primer y segundo corte se realizaron en el primer año y el tercer y cuarto corte en el segundo año. El primero y el tercero se hicieron a finales de la época seca y el segundo y el cuarto en la época de lluvias. Esto explica la alta producción de MS en el segundo corte (8.2 t/ha), la baja producción en el cuarto corte se debió a la prolongada sequía que se presentó en medio de la época lluviosa en 1990.

Cuadro 11. Producción promedio de MS del madreado en t/ha por corte.

	Tratamientos				Promedio
	I	II	III	IV	
Porcentaje					
Abono verde	100	100	75	75	
Kg N/ha. (Tot)	195/178	110/116	195/178	110/116	
I Corte	1.0	0.9	0.9	1.3	1.1b
II Corte	8.3	7.5	8.4	8.7	8.2a
III Corte	2.1	2.1	2.4	2.4	2.3b
IV Corte	2.1	2.1	2.0	2.3	2.1b
Promedio	3.4	3.2	3.5	3.7	

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P<0.01$

La producción promedio de MS durante el primer año fué de 9.3 t/ha, y 4.4 t/ha en el segundo, lo que indica que con una mayor precipitación se puede obtener mucho más provecho del sistema. Producciones de MS en sistemas de cultivo en callejón con madreaje han sido reportados desde 3.6 hasta 15 t/ha/año, los rendimientos se pueden ver afectados por el germoplasma, condición de suelo-clima y del manejo (Kang y Wilson, 1987; Kass y col., 1989 y Kang y Mulongoy, 1987).

Los arbustos de madreaje controlaron en gran parte las malezas de los cultivos por la cobertura que se adicionaba a la parcela. Según Obando (1987), las hojas y tallos de madreaje tienen sustancias alelopáticas que pueden actuar sobre ciertas especies de malezas comunes en los cultivos de maíz y frijol sin que estos sufran daños apreciables.

El abono verde de la primera y tercer poda fué incorporada al suelo, mientras que la segunda y cuarta fueron aplicadas como capa vegetal protectora. Según Wilson y Akapa (1981), puede tener mejor efecto sobre el cultivo anual el incorporarlo que el dejarlo como capa vegetal, ya que hay una descomposición mas rápida y una mejor utilización por la planta.

Otra observación que se hizo del sistema es que mermaron

las plagas de los cultivos intercalados ya que a mayor distancia de la orilla, menor era la incidencia de la plaga (Spodoptera sp.). Esto podría atribuirse a que las hileras de madreaje forman barreras para la plaga y el viento, lo cual baja los costos de producción del cultivo y reduce la contaminación ambiental por el menor uso de pesticidas agrícolas.

2. Evaluación de otras especies forrajeras para un sistema de cultivos en callejón

2.1. Generalidades y sobrevivencia

Las otras especies forrajeras se establecieron en condiciones similares a las del cultivo en callejón, es decir sin riego ni fertilización para darle a las accesiones las condiciones normales de la zona. La germinación duró entre 6 y 8 días después de la siembra y el transplante se realizó 21 días después. En el Cuadro 12 se muestran los porcentajes de sobrevivencia de las diferentes especies y accesiones con respecto a la cantidad de semilla sembrada.

Se observa una alta variación en cuanto al porcentaje de germinación. Todas las accesiones de S. macrantha sobresalieron por su alta germinación, mientras que por el contrario, la S. sesban (I-1192) no germinó.

En el transplante, igualmente las S. macrantha tuvieron los mayores porcentajes de sobrevivencia. La sobrevivencia a los seis meses se midió a finales de la época lluviosa; A.

lebbeck no sobrevivió y además tuvo una germinación muy baja (6%), en Costa Rica Ugalde (1983), encontró un 5% de germinación en Albizia sp., que coincidió con el encontrado en este ensayo.

Cuadro 12. Sobrevivencia en las diferentes accesiones y especies

Accesión	Germinación %	Transplante %	Meses		
			6	12	16
			%	%	%
I-1157	60	60	60	0(1)	
I-15358	80	80	80	80	80
I-14926	49	13	3	0(1)	
I-549	23	11	3	2	0(2)
I-15078	67	67	57	0(1)	
I-1268	83	83	3	0(1)	
I-1181	22	22	7	0(1)	
I-1204	63	57	20	20	0(2)
I-1254	54	25	13	13	0(2)
I-1192	0(3)				
I-1214	68	68	61	57	57
I-9164	53	53	42	42	35
I-1179	31	30	16	15	11
I-1169	100	95	21	16	11
I-1197	100	89	14	11	0(2)
I-748	100	38	19	0(1)	
I-1072	100	88	54	38	0(2)
N-850	13	13	9	9	9
N-812	27	27	21	19	14
N-802	6	6	0(1)		
N-220	42	42	28	28	0(2)
N-495	20	18	12	11	5
N-K636	39	39	16	16	16
C-21250	34	29	19	19	17

(1)= Se secó

(2)= Se eliminó por plaga

(3)= No germinó

A los 12 meses, que coincidieron con el final de la época seca, seis accesiones, todas Sesbanias sp. originarias de Africa se secaron. La medición de sobrevivencia planificado inicialmente para los 18 meses debió ser tomada a los 16, lo que se hizo para adelantar la poda y así dejar un mes de lluvia para el rebrote de los arbustos.

Cinco de las accesiones tuvieron que ser eliminadas debido a plagas, todas ellas Sesbania sp., (I-1157, I-549, I-1204, I-1264 y I-1072), especialmente por Membracis mexicana (Guer.), que es un insecto común en arbustos. La accesión G. sepium (N-220) también sufrió el ataque de este insecto y de Empoasca kraemeri (Ross y Moore). Esta accesión se eliminó para evitar la propagación del insecto en el madreño de la zona.

2.2. Fraccionamientos de la planta

En la medición a los 16 meses se tomó el peso promedio por planta en MF de cada accesión que sobrevivió (Cuadro 13) y el porcentaje de la Hoja y Pecíolo (HP), de Tallo Verde (TV) y de Tallo Seco (TS).

De las 24 accesiones que se sembraron, sólo 10 sobrevivieron a los 16 meses. Tres accesiones de S. sesban (I-

1214, I-9164 y C-21250) tuvieron el mayor peso pero con una mayor proporción de TS y menor en la HP, lo que sugiere que son más adecuadas para la producción de madera (leña) que de forraje. A. villosa (N-850) y L. leucocephala (N-K636) fueron las de menor peso total, pero con una mayor proporción de HP.

Cuadro 13. Composición promedio en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.

Accesión	Planta	Hoja-Pecíolo	T.Verde	T.Seco
	Kg	%	%	%
I-15358	2.27	37.5	21.3	41.2
I-1214	6.78	25.1	26.8	48.1
I-9164	5.48	10.4	27.5	62.1
I-1179	2.72	24.0	27.1	48.9
I-1169	2.70	39.0	22.1	38.9
N-850	0.45	62.5	6.3	31.2
N-812	4.68	19.4	29.1	51.5
N-495	1.14	22.5	32.5	45.0
N-K636	0.82	41.4	17.2	41.4
C-21250	7.15	22.6	21.8	55.6

T= Tallo

2.3. Valor nutritivo de las fracciones

De la HP, el TV y TS de las diferentes accesiones, se determinó la MS, la PC y la DIVMO (Cuadros 14, 15 y 16). En la HP el mayor contenido de MS fué de S. sesban (I-1964), seguido de A. villosa (N-850) y C. calothyrsus (N-495). La PC no tuvo mayores variaciones, el mayor contenido lo tuvo la S. sesban

(C-21250) con 29.4% y el menor C. calothyrsus (N-495) con 24.3%, que es un porcentaje aceptable para una leguminosa forrajera.

Lowry (1988), encontró en hojas verdes de Calliandra sp. contenidos de PC de 22% y una DIVMO de 42%, que son menores que los encontrados en este estudio. En Sesbania sp. se han encontrado contenidos hasta de 36% de PC en el follaje (Ugalde, 1983), que son mayores que los encontrados en el presente estudio.

Cuadro 14. Composición química en la Hoja y Pecíolo en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.

Accesión	MS	PC	DIVMO
	%	%	%
I-15358	36.5	25.4	64.4
I-1214	28.8	29.1	64.1
I-9164	69.7	27.2	67.6
I-1179	39.9	24.6	40.2
I-1169	30.6	26.8	66.3
N-850	59.7	25.9	66.0
N-812	34.5	27.5	62.0
N-495	50.7	24.3	64.0
N-K636	37.4	28.6	68.4
C-21250	38.9	29.4	70.8

La S. sesban (C-21250) con procedencia de Colombia, tuvo una DIVMO mayor en un 76% que la S. sesban (I-1179) originaria de Africa.

El TV se considera también comestible para ciertas especies, en especial por las que ramonean o tienen un amayor capacidad de seleccionar, como es el caso de las cabras y ovejas (Sands, 1983).

Cuadro 15. Composición química en el Tallo Verde en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.

Accesión	MS	PC	DIVMO
	%	%	%
I-15358	38.6	9.1	49.4
I-1214	32.4	8.6	44.5
I-9164	51.9	11.9	46.8
I-1179	40.9	9.5	32.3
I-1169	29.3	9.5	50.7
N-850	45.1	7.1	46.3
N-812	30.7	12.1	46.4
N-495	33.0	11.9	45.9
N-K636	40.9	9.9	47.5
C-21250	41.3	7.9	44.8

Las diferencias entre especies y accesiones en la composición del TV son menores. S. sesban (I-9164) vuelve a tener el mayor porcentaje de MS (51.9), en comparación a la S. macrantha (I-1169) con un 29.3%. El contenido de PC fué mayor en un 70% en otra accesión de S. sesban (N-812) en comparación con A. villosa (N-850) que tuvo el más bajo. La DIVMO más alta la tuvo S. macrantha (I-1169) con 50.7%, mientras que la S. sesban (I-1179) obtuvo el porcentaje mas bajo (32.3).

En el TS el contenido de MS fué superior en la misma accesión S. sesban (I-9164) y similar al de (I-1179), la accesión (N- 812) tuvo el mayor contenido de PC, superior en un 113% al de la S. goetzei (I-15358) y a la A. villosa (N- 850). S. sesban (I-1179) tuvo el menor porcentaje (27.5) de DIVMO que en términos generales fué inferior al de TV.

Cuadro 16. Composición química en el Tallo Seco en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.

Accesión	MS	PC	DIVMO
	%	%	%
I-15358	38.2	3.8	34.6
I-1214	37.6	5.7	36.3
I-9164	48.9	4.9	31.3
I-1179	49.2	4.4	27.5
I-1169	33.9	4.3	36.7
N-850	46.5	3.8	36.0
N-812	30.1	8.1	42.0
N-495	42.7	5.3	34.8
N-K636	43.2	6.6	36.8
C-21250	45.8	6.3	41.8

2.4. Altura y diámetro

La altura promedio por planta en m se tomó a los 6, 12 y 16 meses (Cuadro 17), y el diámetro a los 16 meses. El mayor crecimiento en la altura se obtuvo entre los meses 12 y 16, la

variación fué grande, la accesión S. sesban (C-21250) alcanzó 4.53 m a los 16 meses y en cambio, S. macrantha (I-1169) sólo alcanzó 1.12 m.

Cuadro 17. Promedios de diámetros y alturas en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 16 meses.

Accesión	Altura (m)			Diámetro (cm)	
	6 mes	12 mes	16 mes	DAC(1)	DAP
I-15358	1.53	1.71	1.86	6	5
I-1214	2.09	2.10	4.21	15	11
I-9164	2.28	2.96	4.44	22	17
I-1179	2.37	3.01	4.10	13	9
I-1169	0.67	0.81	1.12	9	5
N-850	0.74	0.96	1.75	6(2)	4
N-812	1.81	2.00	4.03	15	11
N-495	0.22	0.25	1.86	7(2)	6
N-K636	0.37	0.50	2.11	9	7
C-21250	2.27	2.85	4.53	14	11

(1)= Corte a 1.0 m

(2)= Corte a 0.5 m

DAC= Diámetro a la altura del corte

DAP= Diámetro a la altura del pecho

2.5. Rebrote y Reproducción

Ninguna de las accesiones que llegaron a los 16 meses, sembró a los 6 meses, como lo hicieron las que murieron antes, pero si lo hicieron a los 16 (Cuadro 18).

Despues de la poda hubo una elevada mortalidad de plantas

que no soportaron la sequía, entre ellas la especie mas afectada fue la Sesbania sp. en todas sus accesiones con un rebrote promedio de 10.2%. Esta leguminosa como ninguna otra soporta muy bien las inundaciones, y continúa fijando nitrógeno, lo que la hace útil donde se cultiva arroz y en áreas de inundaciones por temporadas (NFTA, 1986), por lo que se puede asumir que las condiciones de la EAP no fueron favorables por la escasa precipitación (Anexo 1). Por el contrario las especies A. villosa (N-820) y L. leucocephala (N-K636) rebrotaron con una excelente capacidad a los 6 meses despues de la poda.

Cuadro 18. Capacidad de reproducción y cantidad de rebrote en (%) en las diferentes accesiones y especies que llegaron a los 22 meses.

Accesión	Rebrote		Semillas	
	#	%	6 Meses	16 Meses
I-15358	1	33.3	No	Si
I-1214	0	0.0	"	"
I-9164	5	22.7	"	"
I-1179	1	9.1	"	"
I-1169	0	0.0	"	"
N-850	53	100.0	"	"
N-812	2	1.3	"	"
N-495	10	76.9	"	"
N-K636	43	100.0	"	"
C-21250	14	4.9	"	"

Las accesiones A. villosa (N-850) y C. calothyrsus (N-

495) presentaron ramificaciones basales, por lo que al usar estas especies en un sistema de cultivos en callejones hubo la necesidad de hacer la poda a 0.5 m del suelo en lugar de 1 m.

2.6. Plagas y enfermedades

Con el establecimiento de estas especies forrajeras tambien se buscan especies tolerantes a las plagas y enfermedades que afectan y en forma grave al madreado.

Entre los insectos que se encontraron están:

- Anticarsia gummantalis
- Estigmene acrea
- Atta sp.
- Aphis sp.
- Diabrotica sp.
- Membrasis mexicana
- Phyllophaga sp.
- Empoasca kraemeri

Estos insectos son comunes en arbustos, especialmente en rebrotes de leguminosas. En el caso de infestaciones altas, puede hacerse uso de un insecticida sistémico, pero en infestaciones bajas puede podarse como control manual ó poner el ganado en el lote infestado (Posada, 1989).

3. Comparación de diez proveniencias de *Gliricidia sepium*

3.1. Generalidades

La temperatura y precipitación en los años en que se desarrolló el ensayo se indican en los Anexos 1 y 2. Del suelo se tomaron muestras cuya composición se indica en el Cuadro 19. Todas las proveniencias estuvieron sometidas a dos cortes, el primero con seis meses de rebrote y el segundo con 12.

Cuadro 19. Análisis del suelo en donde se realizó el ensayo

	Textura	MO	pH	N	P	K
Muestras		%		%	ppm	ppm
0-15 cm	Franco Arcilloso	3.1	5.1	0.12	7.3	300
15-30 cm	Franco Arenoso	2.8	5.3	0.20	8.7	260

3.2. Producción de Materia Fresca y Seca

En el primer corte la producción promedio de MF fué de 32.9 t/ha (Cuadro 20), habiendo diferencias ($P=0.007$)

entre las proveniencias (Anexo 11) y en el segundo corte la producción fué de 31.6 t/ha de MF, igualmente con diferencias ($P=0.001$) entre ellas (Anexo 12). La mayor producción de MF en el primer corte la tuvo Vado Hondo (42.9 t/ha), que superó en un 80% a Mariara (23.8 t/ha), que fué la de menor producción.

En el segundo corte los rendimientos fueron en su mayoría menores a los del primer corte, sólomente Retalhuleu y Vado Hondo tuvieron una mayor producción, que el corte anterior y mayor dentro del mismo en un 114% en comparación a San Mateo, que fué la de menor producción. En un ensayo similar de proveniencias realizado en Colombia por Gómez y col. (1990), y en condiciones parecidas, la proveniencia Vado Hondo tuvo la mayor producción de MF y la menor Playa Tamarindo.

La reducción en la producción de MF en el segundo corte se puede atribuir a que en el intervalo se incluyó un período de sequía que influyó en su rendimiento. Se ha comprobado que la edad de la planta, la estación y la frecuencia de corte influyen en el rendimiento de MF en el madreado (Smith y Van Houtert, 1987). Chadhokar (1982) indicó que cortes muy tempranos pueden reducir el crecimiento y rendimiento de años posteriores, y este efecto se refleja en la producción de esta plantación ya que la poda primera antes del ensayo se realizó antes del primer año de vida.

Se encontraron diferencias ($P=0.001$; Anexo 13) entre proveniencias al comparar la producción de MS en el segundo corte, en el cual el promedio fué de 10.4 t/ha.

El promedio de producción de MS en el segundo corte fué aceptable al compararlos con datos publicados por Oakes y Skov (1962), quienes presentaron rendimientos de 11.9 de MS t/ha/año.

Cuadro 20. Producción promedio de Materia Fresca y Seca en (t/ha) de las proveniencias de madreando en los dos cortes.

Proveniencia	Cortes			
	Primero (Nov 89)		Segundo (Nov 90)	
	MF	MS ⁽¹⁾	MF	MS
Retalhuleu	35.8ab		44.1a	14.9ab
Mariara	23.8b		23.6cde	7.5d
Playa Tamarindo	28.3b		26.7bcde	7.6d
Arriaga	28.8b		23.0de	7.4d
San Francisco	36.5ab		33.9bc	11.9bc
Güayabillas	32.9ab		28.8bcde	9.6cd
San Mateo	26.8b		20.8e	6.6d
Vado Hondo	42.9a		44.6a	16.6a
Portezuelo	36.2ab		37.0ab	12.2bc
Monterrico	37.0ab		33.3bcd	9.8cd
Promedio	32.9		31.6	10.4

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P<0.01$

1= No se tomaron datos de MS

3.3. Composición química

3.3.1. Materia Seca

El porcentaje promedio de la MS en la hoja y pecíolo (HP), en el primer corte fué de 24.3% (Cuadro 21) y hubo diferencias ($P=0.058$; Anexo 14) entre las proveniencias. El porcentaje promedio para el tallo verde (TV) fué de 19.3% y similar entre proveniencias (Anexo 15), tampoco hubo diferencias en la cantidad del tallo seco (TS) entre proveniencias (Anexo 16) que tuvo un promedio de 29.5%

Cuadro 21. Porcentaje promedio de Materia Seca en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el primer corte.

	Hoja-Pecíolo	T. Verde	T. Seco
Proveniencia	(%)	(%)	(%)
Retalhuleu	22.6c	17.9	29.8
Mariara	23.4bc	18.9	30.6
Playa Tamarindo	26.4ab	17.7	30.4
Arriaga	23.2bc	20.1	27.1
San Francisco	23.3bc	18.5	27.6
Güayabillas	23.5bc	19.7	28.9
San Mateo	27.3a	21.1	30.6
Vado Hondo	24.6abc	19.9	29.7
Portezuelo	24.6abc	18.8	30.1
Monterrico	23.8bc	19.9	29.9
Promedio	24.3	19.3	29.5

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P<0.05$
T= Tallo

El mayor porcentaje de MS en la HP en el primer corte lo presentó la procedencia San Mateo, con un 22% más que

Retalhuleu que obtuvo el menor valor. Falvey (1982), Chadhokar (1982) y Devendra y Göhl (1970), indican que el contenido de MS puede variar desde 14 hasta 30%, dependiendo de la parte de la planta, de la edad, de la variedad y de las condiciones bajo las cuales crece. El contenido de MS en el segundo corte difirió igualmente en las tres fracciones. En el caso de la HP ($P=0.016$; Anexo 17) Vado Hondo tuvo el valor mas alto y lo mismo en el caso del TV ($P=0.035$; Anexo 180) en que fué superior en un 33% a Mariara, que fué la de menor contenido de MS. El TS tuvo diferencias ($P=0.012$; Anexo 19) donde el promedio fué 37.5% (Cuadro 22).

Cuadro 22. Porcentaje promedio de Materia Seca en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el segundo corte.

	Hoja-Pecíolo	T. Verde	T. Seco
Proveniencia	(%)	(%)	(%)
Retalhuleu	32.9abc	28.3ab	39.0ab
Mariara	29.2bc	23.2c	37.1abc
Playa Tamarindo	28.2bc	24.2bc	32.5c
Arriaga	31.6bc	28.4ab	35.1bc
San Francisco	31.8bc	25.0bc	41.7a
Güayabillas	32.9ab	24.3bc	40.9a
San Mateo	30.7bc	25.1bc	37.6abc
Vado Hondo	36.9a	30.9a	39.2ab
Portezuelo	32.2abc	27.2abc	37.0abc
Monterrico	27.9c	25.3bc	34.4bc
Promedio	31.4	26.2	37.5

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P<0.05$
T= Tallo

Si comparamos la MS de las fracciones en los dos cortes, se nota que aumentó, lo que era de esperar, debido a que mientras más edad tenga la planta, mayor será el contenido de paredes celulares en su estructura.

Reverón y col. (1967), observaron el efecto de la edad sobre el porcentaje de MS en el madreaje y encontraron que en una planta joven (< 6 meses) se pueden encontrar porcentajes de 19.6, mientras que en una planta vieja (> 12 meses) hasta de 26.3% de MS. En ambos cortes el TV presentó un porcentaje de MS menor que la HP, esto se debe a la estructura y fisiología de la planta.

3.3.2. Proteína Cruda

El promedio de PC en el primer corte en la HP fué de 27.4% (Cuadro 23) y similar en todas las proveniencias (Anexo 20). Tampoco hubo diferencias en el contenido de PC del TS (Anexo 21), con un promedio de 7.3%, mientras que en el TV sí las hubo ($P=0.036$; Anexo 22).

El TV en el primer corte la proveniencia Mariara tuvo un 28% de ventaja sobre Playa Tamarindo y Monterrico, que tuvieron el menor contenido de PC.

Cuadro 23. Porcentaje promedio de Proteína Cruda en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el primer corte.

	Hoja-Pecíolo	T. Verde	T. Seco
Proveniencia	(%)	(%)	(%)
Retalhuleu	29.2	12.6abc	6.1
Mariara	27.8	14.7a	7.5
Playa Tamarindo	25.9	11.5c	7.3
Arriaga	26.0	13.7abc	7.5
San Francisco	27.4	13.4abc	7.9
Güayabillas	27.2	12.4bc	6.6
San Mateo	26.2	13.6abc	8.5
Vado Hondo	28.6	13.6abc	7.6
Portezuelo	29.1	14.6ab	7.2
Monterrico	26.4	11.7c	6.9
Promedio	27.4	13.2	7.3

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P < 0.05$
 T= Tallo

En el segundo corte, las diferencias en el contenido de PC entre proveniencias sólo existieron en el TV ($P=0.049$; Anexo 23), favoreciendo a la proveniencia Arriaga con 14.3% (Cuadro 24), mientras que la HP y el TS no mostraron diferencias (Anexos 24 y 25). El promedio de la HP fue de 26.0% y del TV 12.3%. En relación a los valores encontrados, Smith y Van Houtert (1987), mencionan valores de PC en las hojas de 26.8%, en el TV de 15% y en el tallo marrón de 14.3%, que coinciden con los datos de este estudio.

El contenido de PC de las diferentes partes de la planta no varió mayormente entre cortes, lo que hace concluir que no

hay mucha fluctuación en el contenido de la misma a medida que transcurre el tiempo.

Cuadro 24. Porcentaje promedio de Proteína Cruda en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el segundo corte.

	Hoja-Pecíolo	T. Verde	T. Seco
Proveniencia	(%)	(%)	(%)
Retalhuleu	27.2	10.3c	7.9
Mariara	27.6	13.9ab	7.5
Playa Tamarindo	25.9	11.3bc	7.9
Arriaga	25.9	14.3a	8.8
San Francisco	25.1	12.9abc	9.8
Güayabillas	26.1	11.4abc	8.6
San Mateo	25.0	11.9abc	8.6
Vado Hondo	23.8	11.8abc	7.9
Portezuelo	28.0	13.9ab	8.3
Monterrico	25.5	11.4abc	7.6
Promedio	26.0	12.3	8.3

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P < 0.05$

T= Tallo

Reverón y col. (1967), analizaron el contenido de PC con respecto a la edad, y encontraron en una planta joven (< 6 meses) un promedio de 21.2% y uno de 19.9% en una planta de mayor edad.

3.3.3. Digestibilidad in Vitro de la Materia Orgánica

Al comparar la DIVMO de las diferentes partes en que se fraccionó la planta (Cuadro 25), no se encontraron diferencias

entre proveniencias en el primer corte (Anexos 26, 27 y 28).

Cuadro 25. Porcentaje promedio de Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el primer corte.

	Hoja-Pecíolo	T. Verde	T. Seco
Proveniencia	(%)	(%)	(%)
Retalhuleu	67.5	46.3	37.9
Mariara	63.7	51.6	39.9
Playa Tamarindo	62.2	45.1	42.4
Arriaga	61.7	47.5	38.6
San Francisco	61.7	49.6	40.1
Güayabillas	64.8	47.2	44.6
San Mateo	63.6	50.1	40.9
Vado Hondo	64.6	46.4	39.6
Portezuelo	65.1	46.3	38.8
Monterrico	63.1	44.4	37.3
Promedio	63.8	47.5	40.0

T= Tallo

Los promedios son considerados aceptables y como era de esperarse mayores en la HP (63.8%). Sands (1983), publicó datos de digestibilidad del madreado de 62.7% en hojas y 45.0% en tallos, que son datos cercanos a los de este estudio.

En el segundo corte no se encontró diferencias entre procedencias al comparar la DIVMO de HP y TV (Anexos 29 y 30), pero sí se encontró al comparar el TS ($P=0.068$; Anexo 31), donde el promedio fué de 37.8% (Cuadro 26). Playa Tamarindo superó en 13% a Vado Hondo y Portezuelo.

Cuadro 26. Porcentaje promedio de Digestibilidad *in vitro* de la Materia Orgánica en Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las proveniencias de madreado en el segundo corte.

	Hoja-Pecíolo	T. Verde	T. Seco
Proveniencia	(%)	(%)	(%)
Retalhuleu	65.8	42.9	37.9ab
Mariara	63.4	43.1	37.0ab
Playa Tamarindo	64.1	43.7	39.9a
Arriaga	62.6	43.8	38.4a
San Francisco	60.3	49.4	38.4a
Güayabillas	63.7	44.1	39.4a
San Mateo	62.9	45.1	38.8a
Vado Hondo	59.3	40.0	35.4b
Portezuelo	64.6	45.5	35.3b
Monterrico	62.7	44.8	37.6ab
Promedio	62.9	44.2	37.8

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias significativas a un nivel de $P < 0.1$

T= Tallo

La DIVMO no se vió afectada por el tiempo, ya que en el segundo corte no hubo una variación con respecto a la lograda en el primero, por lo que el madreado es una fuente de alimento animal que mantiene sus características nutritivas estables a través del tiempo.

La digestibilidad de HP es alta, el TV ya presenta problemas de digestibilidad, por lo que es discriminado por los animales. El TS tiene una DIVMO demasiado baja para ser considerado como forraje.

3.4. Proporciones de la planta

En el segundo corte no hubo diferencias entre proveniencias en el peso individual por planta total en MF (Anexo 32), con un promedio de 1.85 Kg/planta (Cuadro 27). En el contenido de HP y TS tampoco hubieron diferencias (Anexos 33 y 34); pero sí lo hubo con el TV ($P=0.074$; Anexo 35).

De acuerdo a estos datos un 61% de follaje cosechado es comestible o utilizable por los animales tomando en cuenta solamente las fracciones de HP y TV. En este sentido la procedencia Monterrico con una mayor proporción de la HP, ventajosa en cualquier explotación donde se utilice el madreado para abono verde ó para la alimentación animal.

También las procedencias Retalhuleu y San Mateo tienen promedios aceptables de rendimiento.

San Mateo y Monterrico tuvieron moderada producción como planta total pero buena proporción de HP en la planta; sin embargo, las procedencias Mariara, San Francisco y Vado Hondo tienen mucho más TS que HP, por lo que resulta usarlas donde la leña juega un papel importante.

Cuadro 27. Promedio de la planta total en (Kg) y sus proporciones en (%) de Hoja y Pecíolo, Tallo Verde y Seco en las diferentes proveniencias de madreado en el segundo corte.

Proveniencia	Planta (Kg)	Hoja-Pecíolo (%)	T. Verde (%)	T. Seco (%)
Retalhuleu	2.45	41.9	25.1ab	33.0
Mariara	1.13	37.9	16.0c	45.9
Playa Tamarindo	2.05	40.0	25.4a	34.6
Arriaga	1.99	40.7	18.2bc	41.1
San Francisco	2.02	39.7	15.5c	44.8
Güayabillas	1.55	38.6	25.3a	36.0
San Mateo	1.29	41.9	21.3abc	36.8
Vado Hondo	2.20	34.2	18.9abc	46.9
Portezuelo	1.84	39.2	23.3ab	37.5
Monterrico	1.99	48.5	19.4abc	32.0
Promedio	1.85	40.3	20.8	38.9

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias significativas a un nivel de $P < 0.1$
T= Tallo

3.5. Alturas y sobrevivencia

Entre las procedencias hubo diferencias sólo en la altura en el primer corte ($P=0.001$; Anexo 36), en la que las proveniencias San Francisco y Vado Hondo fueron las más altas (2.49 y 2.45 m respectivamente; Cuadro 28); no existió diferencia en el segundo corte (Anexo 37). En cuanto a sobrevivencia a los 30 meses de sembrado, la procedencia San Francisco fué la única diferente e inferior que las demás ($P=0.001$; Anexo 38).

Kenney (1987), concluyó que la variación en sobrevivencia en el madreado, podría no ser atribuida sólo a la variación de genotipo, sino a condiciones del medio y a la competencia entre plantas.

Cuadro 28. Promedio de altura de la planta en (m) en el primer y segundo corte y sobrevivencia en el segundo corte en las diferentes proveniencias de madreado.

Proveniencia	Alturas/Corte (m)		Sobrevivencia
	Primero(1)	Segundo	%(2)
Retalhuleu	2.31ab	2.93	49a
Mariara	1.83d	2.27	47a
Playa Tamarindo	1.97cd	2.31	50a
Arriaga	1.96cd	2.42	44a
San Francisco	2.49a	2.53	19b
Güayabillas	2.15bc	3.01	70a
San Mateo	1.85d	2.62	52a
Vado Hondo	2.45a	2.82	65a
Portezuelo	2.14bc	2.57	46a
Monterrico	2.01cd	2.53	55a
Promedio	2.12	2.60	50

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias significativas a un nivel de 1= $P < 0.05$; 2= $P < 0.01$

Los análisis de correlación entre altura promedio y producción de MF y MS, mostraron una baja relación entre ambas variables ($r=0.328$ y 0.316 respectivamente).

3.6. Plagas y enfermedades

Durante el experimento el madreado no fué afectado por

enfermedades fungosas o virosas, pero el ataque de algunos insectos fué severo para algunas proveniencias, como es el caso de Mariara y Playa Tamarindo. Una cuantificación del daño se presenta en el Cuadro 29. Esto fué medido y cuantificado de acuerdo a la escala de Caballero (1989):

1. Plantas sin follaje y brotes.
2. Plantas con el 75% de los brotes defoliados y el otro 25% susceptible a caerse al ser tocados. En el caso de las hojas el daño afecta a más del 75%.
3. Plantas con el 25% de brotes defoliados y otro 75% susceptible a caerse, el daño foliar es de 50%.
4. Plantas con daño menor al 25% de brotes defoliados y tendencia a caerse, daño foliar menor del 25%.
5. Plantas completamente sanas.

El daño se cuantificó a finales de la época seca antes del primer corte de experimentación. Las proveniencias que mostraron menos daño fueron San Francisco y San Mateo. El daño fué causado principalmente por dos insectos:

- El thrips moteado Gynaikothrips ficorum (Marchal) que causó mayores daños en los brotes terminales de las ramas jóvenes. Este insecto ha sido reportado en el mismo hospedero en Puerto Rico y México (Werner, 1982).

- El lorito verde Empoaska kraemeri (Ross y Moore) y Empoaska fabeal (Harris). Este insecto atacó exclusivamente el follaje y es una plaga de bastante importancia dentro de leguminosas (Swan y Papp, 1972).

Cuadro 29. Cuantificación del daño por plagas en los brotes y en el follaje en las diferentes proveniencias de madreado.

Proveniencia	Planta Completa	
	Brotes	Follaje
Retalhuleu	3	3
Mariara	2	2
Playa Tamarindo	2	2
Arriaga	3	4
San Francisco	4	4
Güayabillas	3	4
San Mateo	4	4
Vado Hondo	3	4
Portezuelo	3	4
Monterrico	3	3
Promedio	3	4

Otros insectos fueron reportados como defoliadores y chupadores de menor importancia y con ataques estacionales:

- Phyllophaga sp.
- Mocis sp.
- Estigmene acrea
- Aphis sp.
- Diabrotica sp.

4. Efecto del follaje de *Gliricidia sepium* sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas

4.1. Valor nutritivo de los alimentos, dietas ofrecidas y rechazadas

4.1.1. Alimentos

La composición de los ingredientes utilizados en las diferentes dietas se presenta en el Cuadro 30. Como era de esperarse, el madreaje presentó los contenidos más altos de proteína con 26.4%, y su contenido de ED (2.9 Mcal/Kg) fué superior al del heno de transvala.

En el Departamento de Producción Animal del CATIE, encontraron para la harina de madreaje, 25% de PC, 60% de DIVMO, 45% de FND y 34% de FAD, la digestibilidad fué menor por el mayor contenido de fibra, en comparación con el material de éste estudio (CATIE, 1987). En la Escuela Agrícola

Panamericana (EAP), Raudales (1990) encontró 22.5% de PC y 2.58 Mcal ED/Kg de MS en la harina de madreado.

Cuadro 30. Composición de los alimentos usados en las dietas experimentales.

	MS	MO	PC	DIVMO	FND	FAD	ED	TANINOS
Ingredientes	(Promedio %)						Mcal/Kg	%
Heno Transvala	92	90	10	62	72	41	2.5	0.6
Harina <u>G.sepium</u>	91	90	26	68	38	28	2.9	1.5
Melaza	70	88	4	70	--	--	3.1	---

Es de hacer notar que la harina de Gliricidia sepium presentó un contenido de taninos en forma de catequinas de 1.5%, el cual es casi tres veces superior al contenido de taninos en el heno de transvala (0.6%).

BIBLIOTECA WILSON FONSECA
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 12
 TEGUCIGALPA, M.D.C.

4.1.2. Composición de las dietas ofrecidas

La composición de las dietas ofrecidas se presentan en el Cuadro 31. A medida que aumentó el contenido de madreado en la dieta, aumentó el de PC, ED y la DIVMO, mientras que disminuyó la cantidad de FND, lo que hace esperar que entre más madreado se incorpore a la dieta, mayor será su valor nutritivo.

Cuadro 31. Composición de las dietas ofrecidas.

	MS	MO	PC	DIVMO	FND	FAD	ED	TANINOS
Dietas	(Promedio %)						Mcal/Kg	%
I (0%)	90	90	9	62	62	53	2.5	0.52
II (12%)	91	89	10	63	58	34	2.6	0.68
III (24%)	91	89	11	64	49	29	2.7	0.79
IV (36%)	91	89	15	67	45	28	2.8	0.83

4.1.3. Composición de los rechazos

En el Cuadro 32 se observa que el contenido de PC de los rechazos por ambas especies fué mayor que el de la oferta en todos los tratamientos con heno de madreado. Esto indica una selección de los animales en contra del madreado.

Cuadro 32. Composición de las dietas rechazadas.

	MS	MO	PC	DIVMO	FND	FAD	ED	TANINOS
Dietas	(Promedio %)						Mcal/Kg	%
I (0%)	86	91	8	61	68	37	2.5	0.48
II (12%)	85	89	13	62	55	35	2.5	0.78
III (24%)	85	89	16	62	51	31	2.5	0.81
IV (36%)	85	88	20	69	45	30	2.9	1.04

4.2. Consumo de alimentos y ganancias de peso

4.2.1. Cabros

4.2.1.1. Materia seca

El consumo promedio diario de MS de los cabros fué de 723 g/animal/día (Cuadro 33), el cual fué menor al de los ovejoes (1140 g/animal/día) ($P=0.001$; Anexo 39). Se puede atribuir el mayor consumo de los ovejoes al mayor peso con que iniciaron el ensayo de 25.9 Kg, en comparación con 19.7 Kg de los cabros. El consumo de MS de los cabros fué estadísticamente diferente entre las dietas ($P=0.002$; Anexo 39), siendo el tratamiento IV con 36% de madreaje, inferior al tratamiento II con 12% de madreaje. Se observa en los cabros que a partir de 12% de madreaje, el consumo sigue una tendencia lineal descendente, efecto que fué significativo ($P=0.034$; Anexo 40) (Figura 1). Cuando los consumos se expresan corregidos por el peso vivo promedio de los animales (g/día/por Kg de PV) se observa que también hay diferencias estadísticas entre especies ($P=0.001$; Anexo 41). Siendo el consumo de los cabros (31 g/Kg PV) inferior al consumo promedio de los ovejoes (37 g/Kg PV). Usando este parámetro de consumo se observa que el tratamiento IV con 36% de madreaje fué significativamente menor y aun en este caso los consumos de MS presentan una tendencia lineal a

disminuir a medida que aumenta el nivel de madreado en la dieta (Anexo 42).

Cuadro 33. Consumos y ganancias de peso en los cabros

Consumos	Tratamientos				Promedio
	(0%)	(12%)	(24%)	(36%)	
MS (g/día)	765ab	787a	700ab	640b	723b
MS (g/Kg PV)	33a	34a	30ab	28b	31b
MS (% PV)	3.3	3.4	3.0	2.8	3.1
PC (g/día)	67	77	63	71	70b
MOD (g/Kg ^{0.75})	40ab	42a	38ab	36b	39b
Tanino (g/día)	4b	5ab	6a	4b	5b
Pesos (Kg)					
Peso Inicial	19.5	18.8	19.4	21.0	19.7
Peso Final	26.5	28.0	27.2	25.6	26.8
Ganancia (g/día)	70ab	91a	78ab	46b	71b

Promedios en líneas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de ($P < 0.05$ en MS (g/día) y en Tanino como catequina; $P < 0.01$ en Ganancias de peso, MS (g/Kg PV) y en MOD

Al expresar el consumo de MS en porcentaje del peso vivo, se observa que los tratamientos fluctuaron entre 2.8% para el tratamiento IV y 3.4% para el tratamiento II, estos datos están dentro del rango publicado por McCammon-Feldman y col. (1981), entre 2.9-3.4% para cabros en crecimiento en dietas

con varios tipos de heno de gramíneas y leguminosas. Los datos del presente experimento indican que sólo existe y no significativo un pequeño incremento en el consumo de MS al incluir 12% de madreado, pero fué posteriormente con niveles de 24 y 36% se observan disminuciones del consumo voluntario.

Esto es contrario a lo encontrado por Devendra (1983), que alimentó cabras a base de paja de arroz y mejoró el consumo de MS en un 35-38% cuando sustituyó por madreado en un 30% de la dieta.

4.2.1.2. Proteína Cruda

El consumo promedio diario de PC de los cabros fué de 70 g/animal/día (Cuadro 33), que es significativamente inferior al de los ovejos de 117 g PC/día ($P=0.001$; Anexo 43).

Debido al menor consumo de MS al aumentar el nivel de madreado y a la selección en contra del mismo hecho por los animales, los consumos de PC/día en los cabros no fueron estadísticamente diferentes entre tratamientos.

4.2.1.3. Ganancias de peso

La ganancia de peso promedio diario en las cabras fué de

71 g/animal/día (Cuadro 33), que es significativamente inferior a la de 100 g/día que en promedio presentaron los ovejoes ($P=0.012$; Anexo 45). No hubo diferencia significativa entre el tratamiento control y los distintos niveles de madreaje. Sin embargo la mayor ganancia en los cabros se obtuvo en el tratamiento con 12% de madreaje (91 g/día), fué significativamente superior ($P=0.013$) a la obtenida con 36% de madreaje de 46 g/día. Se observa que cuando el contenido de madreaje sobrepasa el 12%, las ganancias de peso tienden a disminuir en una respuesta de tipo cuadrática (Anexo 46), observandose que la respuesta de ganancia de peso de los cabros siguió la misma tendencia a los resultados de consumo de MS (Figura 1).

4.2.2. Ovejoes

4.2.2.1. Materia Seca

El consumo promedio diario de MS en los ovejoes fué de 1140 g/animal/día (Cuadro 34). Se observan diferencias entre dietas ($P=0.001$) siendo las dietas con 12 y 24% las de mayores consumos con 1239 y 1228 g/animal/día respectivamente. La dieta con 36% de madreaje con 1011 g/animal/día fué

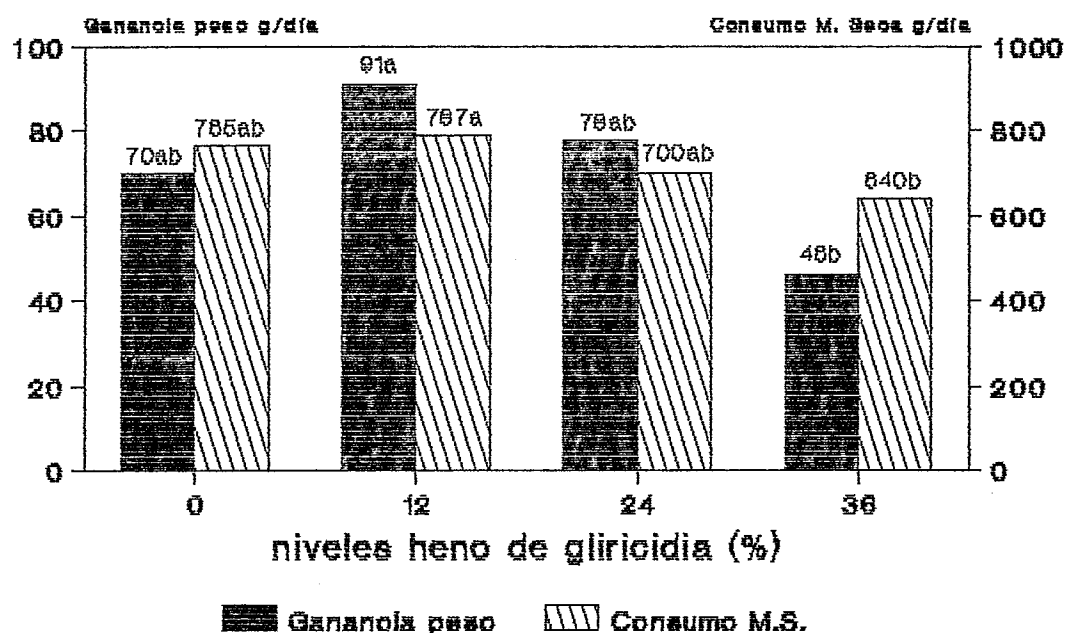
estadísticamente inferior. Los ovejos presentaron una respuesta cuadrática para el consumo de MS a los distintos niveles de madreado utilizados (Anexo 40; Figura 2).

El consumo de MS expresado en g/Kg de PV no presenta diferencias significativas (Cuadro 34; Anexo 42), esto pudo deberse a las diferencias de peso vivo inicial de los distintos tratamientos. Los ovejos tuvieron un consumo de MS en porcentaje del peso vivo promedio superior a los cabros (3.7 vrs. 3.1% PV). Antecedentes de la literatura indican que corderos de razas de pelo se pueden esperar consumos de MS entre 3.2 y 4% del peso vivo (Benavides y col., 1986; Vélez, 1986).

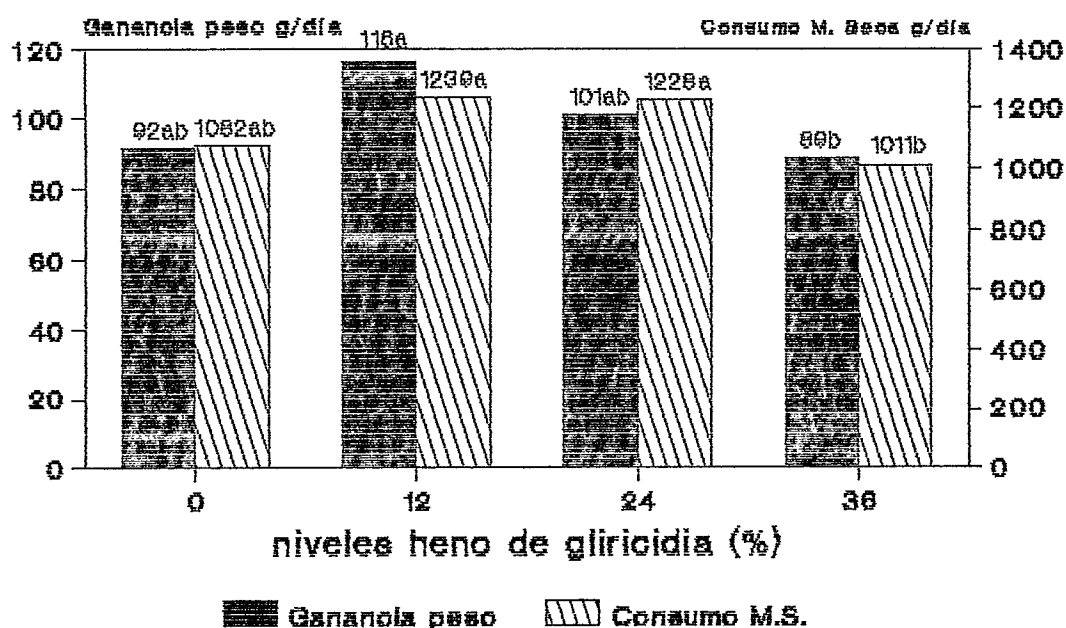
4.2.2.2. Proteína Cruda

El consumo promedio diario estimado de PC para los ovejos fué de 117 g/animal/día (Cuadro 34). Este fué diferente entre dietas ($P=0.017$), mostrando una tendencia lineal ascendente (Anexo 44), siendo las dietas con 12, 24 y 36% de madreado superiores a la dieta control (94 g/día). Esto al igual que en los cabros pudiera deberse a que los animales no tuvieron mayor oportunidad de selección viendose obligados a consumir mayor cantidad de harina de madreado a pesar de sus problemas de palatabilidad.

EFFECTO DE NIVELES DE HENO GLIRICIDIA EN LAS GANANCIAS Y CONSUMO DE CABRITOS



EFFECTO DE NIVELES DE HENO GLIRICIDIA EN LAS GANANCIAS Y CONSUMO DE CORDEROS



4.2.2.3. Ganancias de peso

La ganancia promedio diaria para los ovejos fué de 100 g/animal/día (Cuadro 34). Se presentaron diferencias entre dietas ($P=0.086$), la dieta con 12% de madreado fué superior (116 g/día) con respecto a la de 36% (89 g/día). La respuesta en ganancias de peso es de tipo cuadrática y esta muy relacionado a las respuesta en consumo de MS de los distintos tratamientos (Anexo 46; Figura 2).

Cuadro 34. Consumos de alimento y ganancias de peso en ovejas

Consumos	Tratamientos				Promedio
	(0%)	(12%)	(24%)	(36%)	
MS (g/día)	1082ab	1239a	1228a	1011b	1140a
MS (g/Kg PV)	35	38	38	35	37a
MS (% PV)	3.5	3.8	3.8	3.5	3.7
PC (g/día)	94b	126a	124a	123a	117a
MOD (g/Kg ^{0.75})	46b	52a	52a	49ab	50a
Tanino (g/día)	6b	9a	10a	7b	8a
Pesos (Kg)					
Peso Inicial	22.0	26.6	27.2	23.8	25.9
Peso Final	36.0	39.2	38.8	33.2	36.7
Ganancia (g/día)	92ab	116a	101ab	89b	100a

Promedios en líneas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de ($P<0.05$ en PC (g/día); $P<0.1$ en Ganancia de peso, $P<0.01$ en MS (g/día), en MOD y en Tanino como catequina)

Tanto en las cabras como en las ovejas la menor ganancia de peso con el nivel más alto de madreado en la dieta (36%), puede atribuirse al descenso del consumo que mostraron ambas especies de animales.

Para corregir las diferencias de peso vivo entre especies se estimaron para los distintos tratamientos los consumos de Materia Orgánica Digerible por Kg peso metabólico ($\text{MOD/Kg PV}^{0.75}$). En los Cuadros 33 y 34 se observa la respuesta en el consumo de MOD en $\text{g/Kg PV}^{0.75}$, que fué diferente en ambas especies ($P=0.001$; Anexo 47; Cuadro 34). Los cabros mostraron un comportamiento descendente lineal ($P=0.005$) y los ovejos una respuesta cuadrática ($P=0.002$; Anexo 48).

Lo anterior indica que ambas especies tuvieron la oportunidad de consumir más alimento del que ingirieron y que la disminución a medida que aumentó el madreado puede efectivamente atribuirse a problemas de palatabilidad. Todos los valores encontrados en el consumo de MOD están por encima del requerimiento de mantenimiento ($29 \text{ g MOD/Kg PV}^{0.75}$) (NRC, 1985).

Aparte de la baja palatabilidad del madreado otra posibilidad que podría explicar los resultados es la presencia de un desequilibrio en la relación Proteína:Energía (P:E) de

los productos finales de la digestión. Este desequilibrio puede producir un exceso de energía para el animal la cual se deberá perder en forma de calor. Consecuentemente el animal reduce su consumo alimenticio ante este desequilibrio y esto ocurre particularmente en climas cálidos (Preston y Leng, 1989 y Ologhobo, 1989).

Otra posible explicación del desequilibrio es la no inclusión en las dietas de otra fuente más glucogénica que la melaza, (como ser granos de un cereal ó aceites de oleaginosas), ya que estas aumentan el propionato en los nutrientes absorbidos por el animal y los cuales deben representar por lo menos el 25% de la ED total que se suplementa (Van Soest, 1982). En un experimento hecho en Colombia (CIPAV, 1987), en el cual se alimentaron toretes con paja de arroz amonificada, con 200 a 250 g de puliduras de arroz suplementarias, se logró aumentar la ganancia de peso a 900 g/día comparado con 600 g/día de la dieta control.

Otra factor que pudo haber afectado los resultados es la presencia de factores antinutricionales en el madreño, particularmente su contenido de taninos en forma de Catequinas. Los taninos atrapan parte de la proteína, convirtiéndola en nutriente no fermentable en el rumen y de difícil absorción en el intestino delgado, causando igualmente

un desequilibrio en la relación P:E. El nivel de taninos que afecta la digestibilidad en ovejas y novillos es de 2 al 5%, mientras que los cabros tienen capacidad de soportar hasta un 9% de taninos en la dieta (Ologhobo, 1989). Por su parte Preston y Leng (1989), mencionan que la PC de las leguminosas arbustivas tropicales es de tipo fermentable y sólo el 20% de ésta pasa al intestino delgado y del cual sólo el 80% va atrapado por los taninos.

El consumo promedio de taninos en forma de catequinas de los cabros fué de 5 g/día y de los ovejos de 8 g/día (Cuadro 33 y 34), los cuales fueron diferentes ($P=0.001$; Anexo 49). Se encontró diferencia entre las dietas de los cabros ($P=0.02$), notándose el mayor consumo en la dieta con 24% (6 g/día), en las ovejas hubieron igualmente diferencias entre dietas ($P=0.001$) con mayor consumo en la dieta con 24% (10 g/día).

Ambas especies presentaron una respuesta cuadrática (Anexo 50).

El análisis hecho de los rechazos indica un mayor contenido de taninos en las dietas rechazadas que en las ofrecidas (Cuadro 31 y 32). La cantidad de catequinas consumida en g/Kg de MS fué de 6.4, 7.8 y 6.9, para las dietas de 12, 24 y 36% de madreado, respectivamente. Confirmando de esta manera que los animales consumieron el material hasta un

nivel en el cual los taninos afectaron la palatabilidad y la ingestión del alimento. Barry y Manley (1984), afirmaron que siempre y cuando las plantas ricas en taninos se utilicen en concentraciones menores de 25% de la MS de la dieta total, es poco probable que existan problemas serios desde el punto de vista nutricional y probablemente su presencia sea benéfica.

4.3. Estudio de la canal

4.3.1. Pesos vivos al sacrificio y pesos vivos vacíos

Tanto el Peso Vivo (PV) como el Peso Vivo Vacío (PVV) fué mayor en las ovejas (Cuadro 35).

Cuadro 35. Peso vivo y peso vivo vacío de los cabros y ovejas según la dieta en (Kg).

Dieta					
Especie	(0%)	(12%)	(24%)	(36%)	Promedio
Peso Vivo					
Cabras	26.0	31.5	28.5	24.5	27.7b
Ovejas	34.0	38.0	37.0	31.5	35.5a
Peso Vivo Vacío					
Cabras	18.5	23.8	21.9	19.9	21.0b
Ovejas	27.0	28.1	29.6	26.1	27.7a

Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P < 0.05$

4.3.2. Pesos en canal

Y al igual que en el caso del PV y por las mismas causas, el peso de las canales de ovejos fué mayor que el de los cabros (Cuadro 36; Anexo 53).

Cuadro 36. Peso de la canal caliente de las cabras y ovejas según la dieta (Kg).

Especie	Dieta				Promedio
	(0%)	(12%)	(24%)	(36%)	
Cabras	10.5	11.9	11.5	9.7	10.9b
Ovejas	13.8	17.6	13.4	16.0	14.5a
Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P < 0.01$					

No hubo diferencias entre dietas. En el Anexo 57 se encuentran los promedios de peso de la canal fría (PCF), que siguieron la misma tendencia.

4.3.3. Rendimientos de canal

Al expresar el rendimiento en base a la canal caliente (RCC) en relación al PV y PVV no se encontraron diferencias entre especies 43.9 y 56.1% para los ovejos y 39.5 y 52% para los cabros respectivamente (Cuadro 37); ni entre dietas (Anexos 54 y 55). En el Anexo 57 se encuentran los promedios

del rendimiento en canal fría (RCF), en relación al PV y PVV, que mostraron el mismo comportamiento.

Cuadro 37. Rendimiento de la canal caliente en relación a el peso vivo y peso vivo vacío en cabras y ovejas, según la dieta (%).

Especie	Dieta				Promedio
	(0%)	(15%)	(30%)	(45%)	
Peso Vivo					
Cabras	40.6	37.8	40.4	39.4	39.5
Ovejas	40.7	46.4	36.9	51.7	43.9
Peso Vivo Vacío					
Cabras	57.4	50.1	52.4	48.2	52.0
Ovejas	51.2	64.0	46.9	62.2	56.1

4.3.4. Contenido digestivo

No hubo diferencia entre dietas pero sí entre especies ($P=0.045$) en el contenido digestivo (CD) expresado como g/Kg PV (Anexo 56). Los cabros tuvieron un CD de 237 g en comparación con uno de 192 g de los ovejos (Cuadro 38).

Con esto se comprueba aún más que los cabros seleccionaron más los ingredientes de las dietas, prefiriendo el heno de transvala a la harina de madreado, necesitando más tiempo para

degradarlo.

Cuadro 38. Contenido digestivo de las cabras y ovejas según la dieta en g/Kg de PV.

Especie	Dieta				Promedio
	(0%)	(12%)	(24%)	(36%)	
Cabras	292	247	229	181	237a
Ovejas	156	238	204	170	192b
Promedios en columnas con letras diferentes indican diferencias a un nivel de $P < 0.05$					

Nótese como las cabras tienen aún en la dieta 36% de CD mayor que los ovejos. El CD más elevado en los cabros fué con la dieta control (292 g), descendiendo en forma lineal hasta 181 g y con un menor consumo de MS que las ovejas. Por el contrario, las ovejas demostraron un comportamiento similar a su consumo de MS (respuesta cuadrática).

4.3.5. Visceras y desechos

El peso de las vísceras y desechos se presenta en el Anexo 57, en donde los valores absolutos en general no mostraron una diferencia marcada entre especies en relación a los distintos órganos y partes del cuerpo, excepto en el cuero y aparato digestivo vacío, que fueron más pesados en el caso de los ovejos (3.9 y 3.5 Kg y 2.1 y 2.7 Kg respectivamente).

En el Anexo 58 se presenta los pesos promedios de vísceras y desechos en porcentaje del PVV según las distintas dietas y especies. Las ovejas obtuvieron un PVV de 27.7 Kg y las cabras uno de 21 Kg. El cuero y el aparato reproductivo fueron mas pesados en las ovejas y en las cabras, la sangre, la cabeza y las patas. Los demás órganos y partes fueron semejantes en ambas especies.

Estudios con tendencia similar han sido reportados y de igual forma los promedios en porcentaje según el PVV de las distintas partes en este estudio, estan dentro de los rangos establecidos para los rumiantes menores (Osorio, 1988; Raudales, 1990; Libby, 1986).

V. CONCLUSIONES

1. Evaluación de un sistema de cultivos en callejón con madreado (Gliricidia sepium)

1.1. No hubo diferencias entre la aplicación de 22 y 106 Kg N/ha en la producción de MS y en el contenido de PC del maíz en un sistema de cultivos en callejón.

1.2. El sorgo forrajero abonado con 96 Kg N/ha produjo más MS que cuando se le aplicó 33 Kg N/ha.

2. Evaluación de otras especies forrajeras para un sistema de cultivos en callejón

2.1. De las 24 accesiones sólo 10 sobrevivieron a los 18 meses.

2.2. No hubo diferencias entre las accesiones que

sobrevivieron a los 16 meses en el contenido de MS, PC y DIVMO en la hoja y pecíolo, en el tallo verde y en el tallo seco. El tallo verde y el tallo seco no se deben considerar como alimento para animales por su baja calidad.

2.3. Las Sesbanias sp. no soportaron la segunda época seca, en cambio Acacia villosa y Leucaena leucocephala sobrevivieron en un 100%.

3. Comparación de 10 proveniencias de Gliricidia sepium

3.1. La composición química fué similar en todas las proveniencias de Gliricidia sepium y no varió con la edad de la planta. El contenido de PC y la DIVMO fueron mayores en la hoja y pecíolo que en el tallo verde y en éste a su vez mayores que en el tallo seco.

3.2. Los mayores rendimientos de MF y MS se encontraron en las proveniencias de Vado Hondo y Retalhuleu, de Guatemala, la primera para la explotación de leña y la segunda para la alimentación animal.

3.3. No se encontraron enfermedades fungosas o virosas, pero el ataque de insectos como Gynaikothrips ficorum y Empoasca kraemeri fué severo en las proveniencias de Mariara de Venezuela y Playa Tamarindo de Costa Rica, mientras que San Francisco y San Mateo, ambas de México, toleraron mejor el ataque.

4. Efecto del follaje de Gliricidia sepium sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas

4.1. Al aumentar la proporción de harina de madreado en la dieta, sobre niveles de 12 a 36% se redujeron los consumos de MS y MOD, así como las ganancias de peso en cabras y ovejas.

4.2. La baja ganancia de peso a niveles altos de consumo de madreado podría atribuirse a una menor disponibilidad de la PC en el rumen debido a factores adversos tales como los taninos en forma de catequinas.

4.3. En especial los cabros seleccionaron en contra del madreado, presumiblemente a debido a problemas de palatabilidad.

VI. RECOMENDACIONES

1. Evaluacion de un sistema de cultivos en callejon con madreado (Gliricidia sepium)

1.1. Medir rendimientos sin cultivos en callejón como control y realizar análisis de suelo por cada unidad experimental.

1.2. Ensayar el sistema, en condiciones más adversas de fertilidad y topografía.

2. Evaluación de otras especies forrajeras para un sistema de cultivos en callejón.

2.1. Continuar estudiando las especies que sobrevivieron:

2.1.1. Estudiar su aceptabilidad por los animales y la posible presencia de sustancias

tóxicas.

2.1.2. Estudiarlas en un sistema de cultivos en callejón.

3. Comparación de 10 proveniencias de *Gliricidia sepium*

3.1. Estudiar más detenidamente las proveniencias con mayor producción de MF y MS, reduciendo la densidad de siembra.

3.2. Analizar la cantidad de posibles tóxicos de acuerdo a la edad de la planta.

3.3. Cuantificar la cantidad de N fijado por las diferentes proveniencias, para determinar su posible utilización en un sistema de cultivos en callejón.

4. Efecto del follaje de *Gliricidia sepium* sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas.

- 4.1. Evaluar otros niveles de madreado en las dietas, tanto en forma de harina como de material fresco.
- 4.2. Continuar estudios para la determinación de los niveles de polifenoles (taninos), con el propósito de confirmar que ésta es la causa de las bajas respuestas.

VII. RESUMEN

Para estudiar las ventajas agronómicas y nutricionales del uso de Gliricidia sepium en los sistemas de producción agropecuaria del trópico, se realizaron cuatro estudios. Al evaluar el sistema cultivos en callejón con madreado (Gliricidia sepium): Se aplicaron cuatro niveles de fertilización en maíz y sorgo forrajero. Cada parcela midió 20 m². A los tratamientos I y II se les aplicó todo el material del madreado como abono verde y 106 y 22 Kg de N/ha respectivamente en el maíz, y 96 y 33 Kg N/ha en el sorgo. En los tratamientos III y IV se aplicó 75% del follaje del madreado abono verde y 25% en su equivalente como estiércol de cabra, y los mismos niveles de N/ha. El maíz fué cortado a los 100 días, y el sorgo a los 65 días y 45 días después. El madreado se podó por primera a los 24 meses y luego cada seis meses. En el maíz se tuvo un diseño de Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, en el sorgo un factorial de 2x4 por los dos cortes y en el madreado un factorial de 4x4 por las cuatro podas. No hubo diferencias en la producción de Materia Seca (MS) entre las fertilizaciones del maíz, en el sorgo forrajero el segundo corte produjo más y los tratamientos I y III fueron superiores (3.9 y 4.0 t MS/ha respectivamente). No hubo diferencias entre

las fertilizaciones en la producción de MS del madreado, pero sí entre cortes, siendo superior el segundo (8.2 t MS/ha). En ambos cultivos no hubo diferencia entre tratamientos, ni entre cortes en el contenido de Proteína Cruda (PC). Se concluye que el maíz no aumenta su producción con la inclusión de 106 Kg N/ha en relación a 22 Kg N/ha, en cambio el sorgo forrajero aumentó cuando se abonó con 96 Kg N/ha en comparación a 33 Kg N/ha.

La evaluación de otras especies forrajeras para un sistema de cultivos en callejón: Se estudió el establecimiento y adaptación de otras leguminosas arbustivas, como alternativas a Gliricidia sepium en condiciones locales. Se utilizaron 24 accesiones de 14 especies y seis géneros de tres proveniencias diferentes (ILCA, NFTA y CIAT). No existió diseño experimental por la poca cantidad de semilla de algunas accesiones. Las semillas fueron sembradas en un sistema de cultivos en callejón, se realizaron mediciones a los 6, 12 y 16 meses realizandose en esta última la poda a las 10 accesiones que sobrevivieron. La composición de las accesiones que sobrevivieron fué en promedio 42.7% de MS, 26.9% de PC y 63.3% de DIVMO. En el peso promedio por planta las accesiones Acacia villosa y Leucaena leucocephala tuvieron el menor peso (0.45 y 0.82 Kg MF respectivamente) con mayor porcentaje en la hoja y pecíolo, en cambio las Sesbania sp. fueron las más

pesadas (6.9 Kg MF) con mayor contenido de tallo seco. Las Sesbania sp. no soportaron la segunda sequía, mientras que Acacia villosa y Leucaena leucocephala sobrevivieron en un 100%. El insecto que más perjudicó fué el Membracis mexicana, común en arbustos forrajeros.

La comparación de 10 proveniencias de Gliricidia sepium:
Se comparó la producción de follaje e incidencia de plagas y enfermedades en 10 proveniencias de seis países. Las semillas obtenidas en el Instituto Forestal de Oxford, se sembraron a una densidad de 200,000 plantas/ha, y se hicieron podas a los 12, 18 y 30 meses. Se usó un Diseño de Bloques Completos al Azar con parcelas por procedencia con 10 tratamientos y tres repeticiones, de 40 m² cada una. Los rendimientos de Materia Fresca (MF) y MS fueron similares entre cortes pero diferentes significativamente entre proveniencias. Las proveniencias Vado Hondo y Retalhuleu, de Guatemala, tuvieron la mayor producción (44.6 y 44.1 t MF/ha/año respectivamente), mientras que San Mateo de México tuvo la menor con 20.8 t MF/ha/año. Retalhuleu tuvo la mayor producción de hoja y pecíolo en la planta y Vado Hondo la de tallo seco. El contenido de PC y la Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica (DIVMO) fueron superiores en la hoja y pecíolo y menores en el tallo seco. No se encontraron enfermedades, pero sí hubo fuerte daño en los brotes por Gynaikothrips ficorum y en el follaje por Empoasca

kraemeri perjudicando más a las proveniencias de Mariara, Venezuela y Playa Tamarindo, Costa Rica. Se puede concluir que la proveniencia de Vado Hondo puede ser utilizada en explotaciones de leña por su mayor contenido de tallo y que la Retalhuleu sería mejor para alimentación animal o abono verde por su mayor porcentaje de pecíolo y hoja, el cual tiene un contenido mayor de nutrientes que el tallo seco.

Efecto del follaje de *Gliricidia sepium* sobre el consumo de alimento y ganancias de peso en cabras y ovejas: Se evaluó el efecto de la inclusión de *Gliricidia sepium* en la dieta de 20 cabros Saanen y 20 corderos Katadhin x Blackbelly, enteros con un peso vivo inicial promedio de 19.7 y 25.9 Kg respectivamente. Fueron alimentados ad-libitum en jaulas individuales de 2.7 m² durante 105 días de experimentación y 15 de adaptación y pesados cada 21 días. El diseño fué Completamente al Azar con ocho tratamientos y cinco repeticiones en un factorial 2x4 con dos especies y cuatro dietas. Se incluyó harina de madreado a una dieta de heno de Transvala (*D. decumbens*) y melaza a niveles de (I=0%, II=12%, III=24% y IV=36%), la melaza se mantuvo constante en un 20%. Se balancearon las dietas para llenar el requerimiento de mantenimiento y alcanzar 100 g diarios de ganancia de peso en ambas especies (1.62 Kcal/Kg ED y 52 g de PC). El heno de transvala de 42 días de crecimiento y la harina de madreado de

tres meses fueron molidos. Se sacrificaron dos animales por tratamiento para determinar controles de contenido digestivo y pesos de la canal. Se encontró mayor contenido de PC en los rechazos, indicando esto la selección en contra del madreado. El consumo promedio de MS en los cabros fué de 723 g/día, inferior estadísticamente al de los ovejos (1140 g/día). Tanto en los cabros como en los ovejos hubo diferencias entre tratamientos, con mayor consumo en la dieta con 12% de madreado (787 y 1239 g/día, respectivamente). En relación al tratamiento testigo de heno de transvala con melaza, la inclusión de 12, 24 y 36% de harina de madreado no produjo un efecto significativo en el consumo de la dieta. Sin embargo, en ambas especies el tratamiento IV con 36% de madreado fué el que tuvo los menores consumos, los que fueron significativamente más bajos que los obtenidos con 12% de madreado en los cabros (787 vrs. 640 g/día) con 12 y 24% en ovejas (1239 y 1228 vrs. 1011 g/día). El consumo promedio estimado de la PC en los cabros fué de 70 g/día, diferente al de los ovejos (117 g/día). Entre tratamientos sólo los ovejos presentaron diferencias, con mayor consumo en los tratamientos con inclusión de madreado. En ambas especies, las ganancias de peso tuvieron tendencia cuadrática entre tratamientos, siendo la dieta con 12% de madreado superior (91 g/día en los cabros y 116 g/día en los ovejos) y diferente a las demás. Entre especies hubo diferencias significativas,

siendo superiores las ovejas. La poca ganancia que presentaron las dietas con mayor inclusión de madreado podría atribuirse al bajo consumo de MS, ya que los animales seleccionaron en contra del mismo, por posibles problemas de palatabilidad, la cual a su vez se atribuye a la presencia de taninos.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- ALDRICH, S.R. Y E.R. LENG, 1974. Producción moderna del maíz. Ed Hemisferio Sur. Buenos aires, Argentina. 307 p.
- ALVAREZ DE PAPPA, M.E., 1980. Efecto de dos distancias de siembra y tres niveles de fósforo sobre el establecimiento de la Leucaena (Leucaena leucocephala C.Lam) De Wit. en el trópico húmedo. Tesis Lic. Zoot. Universidad de San Carlos. Guatemala, Guatemala. 46 p.
- A.O.A.C., 1980. Official methods of analysis of the Association of Official Chemist. 13th ed. Washington D.C., E.E.U.U.
- ATTA-KRAH, A.N. Y J.E. SUMBERG, 1987. Studies with Gliciridia sepium for crop/livestock production systems in West African. en Gliciridia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 31-43.
- BARRY, T.N. Y T.R. MANLEY, 1984. The role of condensed tannins in the nutritional value of Lotus pedunculatus for sheep 2: Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. British Journal of Nutrition 51. p 493-504.
- BENAVIDES, J., D. PEZO Y M.A. ESNAOLA, 1986. Evaluación del consumo de follaje de yuca (Manihot esculenta) como suplemento del pasto de corte King Grass (Pennisetum purpureum) en corderos Black Belly. en Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas en el proyecto de sistemas de producción. Informe Técnico N°67. CATIE, Turrialba. Costa Rica. p 37-40.

- BREWBAKER, J.L., 1987. N-fixing species for agroforestry uses similar to those of Gliricidia sepium. en Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 223-232.
- BREWBAKER, J.L. Y N. GLOVER, 1988. Woody species as green manure crops in rice based cropping systems. Green Manure in Rice Farming. p 33.
- BUDELMAN, A., 1990. Royal Tropical Institute. Carta personal informativa. 2 p.
- BURNS, R.E., 1971. Method for estimation of tannin in grain sorghum. J. Agronomy 63. p 511-512.
- CATIE, 1987. Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 198.
- CABALLERO, 1989. Comunicación personal. EAP, El Zamorano, Honduras.
- CAREW, B.A.R., 1983. Gliricidia sepium as a sole feed for small ruminants. Technical notes. ICCA. Ibadan, Nigeria. p 21-29.
- CHADHOKAR, P.A., 1982. Gliricidia maculata, una leguminosa forrajera prometedora. Revista mundial de zootecnia 44. p 36-43.
- CHADHOKAR, P.A. y H.R. KANTHARAJU, 1980. Effect of Gliricidia maculata on growth and breeding of Bannur ewes. Trop. Grassl. 14. p 78-82.

CIPAV, 1987. Ajuste de los sistemas pecuarios a los recursos tropicales. en Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT. Cali, Colombia. 312 p.

CORRAL, L., 1990. Apuntes del curso Agronomía II. Depto. de Agronomía EAP. Honduras.

DEVENDRA, C. Y B.I. GOHL, 1970. The chemical composition of caribbean feedingstuffs. Trop. Agric., 47. p 335-343.

DEVENDRA, C., 1983. Forage supplements: Potential value in feeding systems based on crop residues and agro-industrial by-products in South East Asia. En: Proc. Int. Workshop Relevance of Crop Residues as Animal Feeds in Developing Countries, Khon Kaen, Tailandia. p 221-248.

ESCAMILLA, J., 1985. Manual de instrucción del laboratorio de suelos. Depto. Agronomía. EAP. Honduras. 15 p.

FALVEY, J.L., 1982. The effect of infrequent administration of urea on rumen ammonia and serum level of cattle consuming rice straw. Tropical Animal Production 7. p 209-212.

GALINDO, W.F., M. ROSALES, E. MURGUEITIO Y J. LARRAHONDO, 1989. Sustancias antinutricionales en las hojas de Guamo, Nacedero y Matarratón. Investigación pecuaria para el desarrollo rural. Vol 1. p 37-47.

GLANDER, K.E., 1977. Secondary compounds and the feeding behaviour of leaf-eating primates. en Valor forrajero de Gliricidia sepium. Revista mundial de zootecnia 62. p 57-68.

- GOMEZ, M.E., C.H. MOLINA, E.J. MOLINA Y E. MURGUEITIO, 1990. Producción de biomasa de seis ecotipos de "Matarratón" (Gliricidia sepium). Livestock Research For Rural Development. vol.2 (3). CIPAV. Cali, Colombia. 7 p.
- GRIFFITHS, L.A., 1962. On the co-occurrence of coumarin, O-coumaric acid and melilotic acid in Gliricidia sepium and Dipteris odorata. en Valor forrajero de Gliricidia sepium. Revista mundial de zootecnia 62. p 57-68.
- HUGHES, C., 1987. Ensayo internacional de procedencias de Gliricidia sepium, procedimiento del ensayo. Oxford Forestry Institute. South Parks Road. Oxford. 57 p.
- HUTTON, E.M., 1981. Leucaena, leguminosa arbórea promisoría para América del Sur. Pastos Tropicales. CIAT. Cali, Colombia. p 9.
- KANG, B.T. Y K. MULONGOY, 1987. Gliricidia sepium como una fuente de estiércol verde en un sistema de cultivos en callejón. en Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 44-49.
- KANG, B.T., G.F. WILSON y T.L. LAWSON, 1987. Cultivo en hileras, una opción estable a la agricultura nómada. IITA. Ibadan, Nigeria. 25 p.
- KANG, B.T., y G.F. WILSON, 1987. The development of alley cropping as a promising agroforestry technology. IITA, Ibadan, Nigeria. 10 p.

KASS, D.L., A. BARRANTES, W. BERMUDEZ, W. CAMPOS, M. JIMENEZ Y J. SANCHEZ, 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivo en callejones (Alley Cropping) en "La Montaña", Turrialba, Costa Rica. El Chasqui, CATIE. N° 19. p 1-7.

KENNEY, W.A., 1987, La temprana sobrevivencia y crecimiento de sesenta clons de Gliricidia sepium en un banco de clons en Costa Rica. en Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 44-49.

KEOGHAN, J., 1987. Report of the forage consultant, smallholder cattle development project Indonesia. Anzdec Hd. New Zealand.

LIBBY, J.A., 1986. Higiene de la carne. Ed Continental. México, D.F. México. 659 p.

LOWRY, B., 1988. Calliandra calothyrsus, an Indonesian favorite goes pan-tropic. NFTA, Hawaii. Vol 2.

MANIDOOOL, C., 1985. Utilisation of tree legumes with crop residues as animal feeds in Thailand. en Proc.Int.Workshop Relevance of Crop Residues as Animal Feeds in Developing Countries. en Valor forrajero de Gliricidia sepium. Revista mundial de zootecnia 62. p 57-68.

MCCAMMON-FELDMAN, B., P.J. VAN SOEST, P. HORVATH Y R.E. McDOWELL, 1981. Feeding strategy of the goat. Cornell International Agriculture Mimeograph 88. Cornell University, Ithaca. New York E.U.A. 37 p.

- MENKE, K.H., L. RAAB, S. SALEWSKI, H. STEINGASS, D. FRITZ Y W. SCHNEIDER, 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuff from gas production when the are incubated with rumen liquor in vitro. J. Agric. Sci., Camb. 93. p 217-222.
- MINOR, S. Y D.F.D. HOVELL, 1979. Rate of rumen digestion of different protein sources using the in vivo nylon bag technique with cattle fed sugar cane. en Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT. Cali, Colombia. 312 p.
- MOLINA, P., 1989. Producción de leche con cabras alimentadas con pasto Elefante enano (Pennisetum purpureum) suplementadas con follaje de madreño (Gliricidia sepium). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 53 p.
- MOREIRA, D., J. PERDOMO Y J.C. ANDRADE, 1990. Producción de sorgo forrajero "ganadero". Manual de instrucción del módulo de Cultivos. Escuela Agrícola Panamericana. 3 p.
- MORENO, J., C.G. TORRES Y J.M. LENNE, 1987. Reconocimiento y evaluación de enfermedades de Leucaena en el valle de Cauca, Colombia. Pasturas Tropicales. CIAT. Colombia. Vol 9 (3): 30 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1980. Firewood crops: shrub and tree species for energy production . Report of on ad hoc panel of the advisory committee on technology innovation, Board on science and technology for international development. Washington, D.C. BOSTID Reports. N° 27.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1983. Calliandra, a versatile small tree for the humid tropics. Washington, D.C., National Academy Press.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1985. Nutrient requirements of sheep. 6th ed. Washington, D.C. E.E.U.U. p 46-47.
- NFTA, 1986. Sesbanias, a treasure of diversity. Hawaii. Vol 4.
- NFTA, 1988. Nitrogen Fixing tree research reports. Hawaii. Vol 6.
- OAKES, A.J. Y O. SKOV, 1962. Some woody legumes as forage crops for the dry tropics. Trop. Agric. (Trim.), 39. p 281-287.
- OAKES, A.J., 1968. Leucaena leucocephala. Description-culture-utilization. Reprinted from: Advancing frontiers of plants sciences 20. Department of Agriculture. Maryland. 20705. U.S.A. p 1-114.
- OBANDO, L., 1987. Potencial alelopático de Gliricidia sepium sobre los cultivos de maíz y frijol y las malezas predominantes. en Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 59-60.
- OBI, J.K. Y P. TULEY, 1973. The bush fallow and ley farming in the oil palm belt of Souththern Nigeria. Miscellaneous Report 161. Londres: Overseas Development Ministry.

- OLOGHOBO, A.D., 1989. Composantes minerales et antinutritionnelles des legumineuses utilisees par les caprins au Nigeria. en African Small Ruminant Research and Development. Department of Animal Science. University of Ibadan. Ibadan, Nigeria. p 221-224.
- OSORIO, M., 1988. Efecto de la dieta en la ganancia de peso, rendimiento en canal y composición corporal de corderos Katahdin. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 41 p.
- POSADA, O.L., 1989. Lista de insectos dañinos y otras plagas en Colombia. 4th. ed. Boletín Técnico N°43. ICA, Ministerio de Agricultura. Bogotá Colombia. p 221.
- PRESTON, T. Y R. LENG, 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. CONDRIT. Cali, Colombia. 312 p.
- PRINSEN, J.H., 1988. Albizia lebbeck. A promising fodder tree for semi-arid regions. NFTA. Hawaii. Vol 3.
- RAMIREZ, B.J., 1972. La Leucaena leucocephala como planta forrajera. Instituto Técnico de Agricultura. DIGESA. Ministerio de Agricultura. Guatemala. 13 p.
- RAUDALES, J.A., 1990. Efecto de la amoniatación con urea del rastrojo de maíz sobre su calidad alimenticia para corderos. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 65 p.

REVERON, A., J.J. MONTILLA Y A. FUNEZ, 1967. Investigaciones preliminares sobre las características forrajeras de la planta de rabo de ratón (Gliricidia sepium). Zootec. Vet., 22. p 36-44.

R.R.N.N., 1988. Uso del madreado como suplemento proteico en la alimentación bovina. en Alimentos para ganado. Secretaría de Recursos Naturales Dirección General de Ganadería Departamento de Investigación Pecuaria. Tegucigalpa, Honduras. Boletin popular:00-DIV-BP-5-88. p 43-45.

RODRIGUEZ, Z., J.E. BENAVIDES, C. CHAVEZ Y G. SANCHEZ, 1987. Producción de leche en cabras estabuladas alimentadas con forraje de Gliricidia sepium y poró Erythrina poeppigiana y suplementadas con plátano pelipita Musa sp. CV. pelipita. en Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 212-216.

RUIZ, G., D. FOULKES Y T.R.PRESTON, 1979. Digestibility and voluntary intake of derinded cane stalk supplemented with different forages. Trop. Anim. Prod., 4. p 109-110.

SALAZAR, A. Y A.P. CHERYL, 1986. Screening of leguminous trees for Alley Cropping on acid soils of the humid tropics. en Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 61-67.

SANDS, M., 1983. Consumo de arbustos por los caprinos. Charla presentada en el curso de producción caprina. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 8 p.

SANTILLAN, R., 1988. Apuntes del curso Pastos y Forrajes. Depto. de Zootecnia. EAP. Honduras.

SMITH, O.B. Y M.F.J. VAN HOUTERT, 1987. Valor forrajero de Gliricidia sepium. Revista mundial de zootecnia 62. p 57-68.

STEEL, R. Y J. TORRIE, 1989. Bioestadística, principios y procedimientos. Ed Barsa S.A. 2da ed. México. 622 p.

SWAN, L.A. Y C.S. PAPP, 1972. The common insects of North America. Harper and row publishers. E.U.A. 750 p.

TIHEEBILCOCK, P.E., 1978. Nitratos totales en plantas y aguas estancadas de Córdova y Sucre como factores causantes de "la caída del ganado". en Valor forrajero de Gliricidia sepium. Revista mundial de zootecnia 62. p 57-68.

THOMSON, L., 1989. Acacias for the hot dry Subtropics. NFTA. U.S.A. Vol. 2.

TOTHILL, J.C., 1987. Application of agroforestry to African crop-livestock farming systems. ILCA, Ethiopia. N°13. p 20-23.

UGALDE, L.A., 1983. Comportamiento inicial de Acacia auriculiformis, Albizia falcataria, Calliandra calothyrsus, Leucaena leucocephala y Sesbania grandiflora en dos sitios en Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 20 p.

- VAN SOEST, P.J., 1982. Nutritional ecology of the ruminant. O y B Books. Cornell University, E.U.A. 374 p.
- VARGAS, B., E. HUGO, G. PABLO Y P. ELVIRA, 1987. Composición química, digestibilidad y consumo de Leucaena leucocephala, madreño (Gliricidia sp.) y Caulote (Guazuma ulmifolia). en Gliricidia sepium (Jacq) Walp.: Management and improvement. NFTA. Spec. Publ. 87-01. p 217-222.
- VELEZ, M., 1986. La crianza de cabras y ovejas en el trópico. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. 261 p.
- WERNER, F.G., 1982. Common names of insects and related organisms. Entomological society of america. E.U.A. 132 p.
- WILSON, G.F. Y K. AKAPA, 1981. Improving the in-situ stem support systems for yams. En Tropical Root Crops: Research Strategies for the 1980. Ed E.R. Terry. p 195-197.

IX. ANEXOS

Anexo 1. Promedio de las precipitaciones mensuales en (mm) de los años 1987-1990.

Mes	Años			
	1987	1988	1989	1990
Enero	0.7	6.5	16.3	29.6
Febrero	0.0	8.3	8.2	7.7
Marzo	94.5	47.4	1.7	4.3
Abril	7.6	84.0	2.7	3.8
Mayo	133.0	115.0	128.6	111.4
Junio	160.5	212.0	140.2	131.8
Julio	196.7	138.3	110.9	67.7
Agosto	133.9	311.6	150.8	166.1
Septiembre	220.4	261.9	360.2	278.2
Octubre	49.1	176.9	94.4	85.2
Noviembre	9.1	13.3	14.7	184.9
Diciembre	10.0	4.7	11.5	14.7
Total	1015.5	1379.9	1040.2	1085.4

Anexo 2. Promedios de temperatura minima y maxima mensual en grados centigrados en el periodo 1987-1990

Mes	Años							
	1987		1988		1989		1990	
	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima	Minima	Maxima
Enero	14.5	27.6	17.3	38.2	16.5	26.9	16.9	27.1
Febrero	16.9	30.1	17.0	29.6	15.5	27.5	16.2	28.7
Marzo	17.9	31.7	19.6	30.5	15.4	29.4	18.2	30.0
Abril	17.5	32.4	18.5	32.2	18.9	32.5	19.9	32.3
Mayo	20.2	30.9	19.2	32.0	20.2	31.0	20.2	31.8
Junio	20.3	30.4	19.9	30.0	18.9	29.8	20.3	29.7
Julio	19.7	27.4	19.4	30.0	18.7	28.9	19.3	29.1
Agosto	19.4	28.7	19.6	28.5	18.6	30.0	19.5	29.2
Septiembre	19.4	29.9	19.4	28.3	19.3	29.1	19.1	28.1
Octubre	17.3	29.3	18.6	28.2	17.9	28.6	17.5	29.2
Noviembre	16.7	29.2	17.3	28.3	18.0	28.1	17.2	26.9
Diciembre	16.8	29.0	16.5	27.1	15.2	26.6	16.4	26.2
Promedio	18.1	29.7	18.5	29.4	17.8	29.0	18.4	29.0

Anexo 3. Esquema de la secuencia de las podas del madreado y los cortes de los cultivos intercalados.

1987	1988	1989				1990				
May	May	Jun	Ago	Sep	May	Jun	Ago	Set	Oct	
		*		*		*		*	*	*
Madre ado		*		*		*		*	*	*
		*		*		*		*	*	*
		*		*		*		*	*	*
		*****				*		*	*	*
		Maíz				*		*	*	*
						*		*	*	*

						Sorgo				

Anexo 4. Resultados de los análisis de suelo (0-15 cm) en un sistema de cultivos en callejón durante tres años.

Muestras			
	1989	1990	1991
Textura	F. Arcilloso	F. Arcilloso	F. Arcilloso
MO (%)	3.30	4.10	4.90
pH	4.80	5.10	5.70
N (%)	0.17	0.17	0.20
P (ppm)	13.00	6.00	5.00
K (ppm)	406.00	390.00	385.00

Anexo 5. Análisis de covarianza de la producción de maíz en t de MS/ha por fertilización.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	4	4.23	0.021
Fertilizaciones	3	1.76	0.189
Covarianza	1	20.34	
Error	11	0.87	
Total	18		

Anexo 6. Análisis de covarianza de la producción de maíz en t de PC/ha por fertilización.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	4	0.002	
Fertilizaciones	3	0.006	
Covarianza	1	0.035	
Error	11	0.007	
Total	18		

Anexo 7. Análisis de covarianza de la producción de sorgo forrajero en t de MS/ha por fertilización y cortes.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	4	0.58	0.049
Fertilizaciones (F)	3	0.03	
Cortes (C)	1	6.38	0.001
FxC	3	0.71	0.033
Covarianza	1	0.37	
Error	27	0.19	
Total	38		

Anexo 8. Desdoblamiento del análisis de covarianza de la producción de sorgo forrajero en t de MS/ha por cortes (1 y 2).

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	4	0.58	0.049
Fertilizaciones	7	1.24	0.031
Cortes	1	6.38	0.001
100 vs. 75 % (1)	1	0.01	
* 106 vs. 22 Kg (1)	1	0.13	
+ 106 vs. 22 Kg (1)	1	0.48	0.119
100 vs. 75 % (2)	1	0.01	
* 106 vs. 22 Kg (2)	1	0.55	0.096
+ 106 vs. 22 Kg (2)	1	1.08	0.023
Error	27	0.19	
Total	38		

* = Dentro de 100% de abono verde

+ = Dentro de 75% de abono verde

Anexo 9. Análisis de covarianza de la producción de sorgo forrajero en t de PC/ha por fertilización y cortes.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	4	0.001	0.116
Fertilizaciones (F)	3	0.001	0.297
Cortes (C)	1	0.000	
FxC	3	0.000	
Covarianza	1	0.000	
Error	27	0.001	
Total	38		

Anexo 10. Análisis de covarianza de la producción de madreado en t de MS/ha por fertilización y cortes.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	4	0.84	
Fertilizaciones (F)	3	0.95	0.385
Cortes (C)	3	210.25	0.001
FxC	9	0.26	
Covarianza	1	0.04	
Error	59	0.87	
Total	78		

Anexo 11. Análisis de varianza de la producción de madreado en t de MF/ha, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	377.03	0.001
Proveniencia	9	102.92	0.007
Error	18	26.43	
Total	29		

Anexo 12. Análisis de varianza de la producción de madreado en t de MF/ha, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	2.60	
Proveniencia	9	216.78	0.001
Error	18	16.78	
Total	29		

Anexo 13. Análisis de varianza de la producción de madreado en t de MS/ha, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	2.26	
Proveniencia	9	34.54	0.001
Error	18	2.57	
Total	29		

Anexo 14. Análisis de varianza del Porcentaje de MS de la Hoja y Pecíolo, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	38.16	0.001
Proveniencia	9	6.92	0.058
Error	18	2.94	
Total	29		

Anexo 15. Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Verde, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	23.14	0.004
Proveniencia	9	3.48	0.411
Error	18	3.17	
Total	29		

Anexo 16. Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Seco, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	47.78	0.010
Proveniencia	9	4.52	0.560
Error	18	8.02	
Total	29		

Anexo 17. Análisis de varianza del Porcentaje de MS de la Hoja y Pecíolo, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	28.89	0.028
Proveniencia	9	21.22	0.016
Error	18	8.55	
Total	29		

Anexo 18. Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Verde, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	22.30	0.057
Proveniencia	9	17.75	0.035
Error	18	8.59	
Total	29		

Anexo 19. Análisis de varianza del Porcentaje de MS del Tallo Seco, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	66.88	0.002
Proveniencia	9	25.28	0.012
Error	18	7.28	
Total	29		

Anexo 20. Análisis de varianza del Porcentaje de PC de la Hoja y Pecíolo, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	4.16	0.218
Proveniencia	9	4.77	0.118
Error	18	2.51	
Total	29		

Anexo 21. Análisis de varianza del Porcentaje de PC del Tallo Seco, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	2.83	0.108
Proveniencia	9	1.35	0.352
Error	18	1.12	
Total	29		

Anexo 22. Análisis de varianza del Porcentaje de PC del Tallo Verde, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	1.45	0.369
Proveniencia	9	3.68	0.036
Error	18	1.38	
Total	29		

Anexo 23. Análisis de varianza del Porcentaje de PC del Tallo Verde, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	7.41	0.062
Proveniencia	9	5.64	0.486
Error	18	2.28	
Total	29		

Anexo 24. Análisis de varianza del Porcentaje de PC de la Hoja y Pecíolo, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	2.55	
Proveniencia	9	4.94	0.221
Error	18	3.29	
Total	29		

Anexo 25. Análisis de varianza del Porcentaje de PC del Tallo Seco, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	5.15	0.048
Proveniencia	9	1.47	0.454
Error	18	1.43	
Total	29		

Anexo 26. Análisis de varianza del Porcentaje de DIVMO de la Hoja y Pecíolo, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	36.29	0.022
Proveniencia	9	9.56	0.328
Error	18	7.67	
Total	29		

Anexo 27. Análisis de varianza del Porcentaje de DIVMO del Tallo Verde, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	79.35	0.006
Proveniencia	9	15.77	0.290
Error	18	11.88	
Total	29		

Anexo 28. Análisis de varianza del Porcentaje de DIVMO del Tallo Seco, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	76.83	0.062
Proveniencia	9	14.33	0.610
Error	18	23.68	
Total	29		

Anexo 29. Análisis de varianza del Porcentaje de DIVMO de la Hoja y Pecíolo, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	10.36	
Proveniencia	9	11.49	0.429
Error	18	10.43	
Total	29		

Anexo 30. Análisis de varianza del Porcentaje de DIVMO del Tallo Verde, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	0.66	
Proveniencia	9	17.10	0.138
Error	18	9.49	
Total	29		

Anexo 31. Análisis de varianza del Porcentaje de DIVMO del Tallo Seco, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	1.81	
Proveniencia	9	7.29	0.068
Error	18	3.24	
Total	29		

Anexo 32. Análisis de varianza de la planta promedio en Kg de MF, en el segundo corte por Proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	0.55	0.797
Proveniencia	9	0.50	0.736
Error	18	0.69	
Total	29		

Anexo 33. Análisis de varianza del porcentaje de la Hoja y Pecíolo fraccionado con relación a la planta promedio, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	62.17	0.211
Proveniencia	9	39.87	0.416
Error	18	36.58	
Total	29		

Anexo 34. Análisis de varianza del porcentaje del Tallo Seco fraccionado con relación a la planta promedio, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	30.54	
Proveniencia	9	89.19	0.214
Error	18	58.61	
Total	29		

Anexo 35. Análisis de varianza del porcentaje del Tallo Verde fraccionado con relación a la planta promedio, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	26.85	0.278
Proveniencia	9	42.97	0.074
Error	18	19.51	
Total	29		

Anexo 36. Análisis de varianza de la Altura de planta promedio en m, en el primer corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	0.50	0.001
Proveniencia	9	0.17	0.001
Error	18	0.02	
Total	29		

Anexo 37. Análisis de varianza de la Altura de planta promedio en m, en el segundo corte por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	0.04	
Proveniencia	9	0.19	0.131
Error	18	0.10	
Total	29		

Anexo 38. Análisis de varianza de la sobrevivencia en número de plantas en 10 m², a los 30 meses de la siembra por proveniencia.

FV	GL	CM	Prob.
Repeticiones	2	656.13	0.008
Proveniencia	9	563.78	0.001
Error	18	102.80	
Total	29		

Anexo 39. Análisis de varianza del consumo de MS en g/día, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	1737626.65	0.001
Dieta(D)	3	63142.02	0.002
ExD	3	21494.73	0.136
Error	32	10863.17	
Total	39		

Anexo 40. Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de MS en g/día, en cabras (C) y ovejas (O).

FV	GL	CM	Prob.
Tratamientos	7	284504.82	0.001
Especie	1	1737626.66	0.001
Lineal(C)	1	53137.16	0.034
Cuadrática(C)	1	8331.77	
Cúbica(C)	1	4758.93	
Lineal(O)	1	12371.00	0.294
Cuadrática(O)	1	174929.16	0.001
Cúbica(O)	1	379.27	
Error	32	10863.17	
Total	39		

Anexo 41. Análisis de varianza del consumo de MS en g/Kg PV, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	282.49	0.001
Dieta(D)	3	31.06	0.006
ExD	3	20.48	0.035
Error	32	6.36	
Total	3		

Anexo 42. Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de MS en g/Kg PV, en cabras (C) y ovejas (O).

FV	GL	CM	Prob.
Tratamientos	7	62.44	0.001
Especie	1	282.49	0.001
Lineal(C)	1	101.83	0.001
Cuadrática(C)	1	11.84	0.182
Cúbica(C)	1	4.99	
Lineal(O)	1	0.31	
Cuadrática(O)	1	35.41	0.025
Cúbica(O)	1	0.22	
Error	32	6.36	
Total	39		

Anexo 43. Análisis de varianza del consumo de PC en g/día, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Espece(E)	1	22115.86	0.001
Dieta(D)	3	786.48	0.053
ExD	3	504.19	0.164
Error	32	277.60	
Total	39		

Anexo 44. Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de PC en g/día, en cabras (C) y ovejas (O).

FV	GL	CM	Prob.
Tratamientos	7	3712.55	0.01
Espece	1	22115.86	0.001
Lineal(C)	1	0.55	
Cuadrática(C)	1	3.71	
Cúbica(C)	1	487.39	0.19
Lineal(O)	1	1772.41	0.017
Cuadrática(O)	1	1303.79	0.038
Cúbica(O)	1	304.15	0.3
Error	32	277.60	
Total	39		

Anexo 45. Análisis de covarianza de la ganancia de peso en g/día, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Espece(E)	1	3804.77	0.012
Dieta(D)	3	2365.62	0.011
ExD	3	220.46	
Covarianza	1	319.49	
Error	31	519.86	
Total	38		

Anexo 46. Desdoblamiento del análisis de covarianza de la ganancia de peso en g/día, en cabras (C) y ovejas (O).

FV	GL	CM	Prob.
Tratamientos	7	1557.37	0.09
Especie	1	3804.77	0.01
Lineal(C)	1	1894.16	0.06
Cuadrática(C)	1	3581.02	0.013
Cúbica(C)	1	75.10	
Lineal(O)	1	177.82	
Cuadrática(O)	1	1636.96	0.086
Cúbica(O)	1	479.83	
Error	31	519.86	
Total	38		

Anexo 47. Análisis de varianza del consumo de MOD en g/Kg PM, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	1026.37	0.001
Dieta(D)	3	37.74	0.006
ExD	3	35.15	0.009
Error	32	7.60	
Total	39		

Anexo 48. Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo de MOD en g/Kg PM, en cabras (C) y ovejas (O).

FV	GL	CM	Prob.
Tratamientos	7	177.86	0.001
Especie	1	1026.37	0.001
Lineal(C)	1	70.34	0.005
Cuadrática(C)	1	18.68	0.127
Cúbica(C)	1	15.06	0.169
Lineal(O)	1	26.08	0.073
Cuadrática(O)	1	85.49	0.002
Cúbica(O)	1	3.02	
Error	32	7.60	
Total	3		

Anexo 49. Análisis de varianza del consumo de taninos
(Catequinas) en g/día, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	88.06	0.001
Dieta(D)	3	12.45	0.001
ExD	3	2.34	0.065
Error	32	28.16	
Total	39		

Anexo 50. Desdoblamiento del análisis de varianza del consumo
de taninos (Catequinas) en g/día, en cabras (C) y
ovejas (O).

FV	GL	CM	Prob.
Tratamientos	7	18.92	0.001
Especie	1	88.06	0.001
Lineal(C)	1	0.50	
Cuadrática(C)	1	5.24	0.02
Cúbica(C)	1	0.25	
Lineal(O)	1	3.24	0.064
Cuadrática(O)	1	33.72	0.001
Cúbica(O)	1	1.41	0.21
Error	32	0.88	
Total	39		

Anexo 51. Análisis de varianza del PV en Kg, por
especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	225.00	0.013
Dieta(D)	3	35.42	0.269
ExD	3	0.83	
Error	8	22.50	
Total	15		

Anexo 52. Análisis de varianza del PVV en Kg, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	176.89	0.011
Dieta(D)	3	11.86	
ExD	3	3.43	
Error	8	16.55	
Total	15		

Anexo 53. Análisis de varianza del PCC en Kg, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	53.96	0.002
Dieta(D)	3	5.47	0.269
ExD	3	4.24	0.363
Error	8	3.47	
Total	15		

Anexo 54. Análisis de varianza del RCC en % del PV, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	77.48	0.144
Dieta(D)	3	33.17	0.397
ExD	3	54.09	0.220
Error	8	29.59	
Total	15		

Anexo 55. Análisis de varianza del RCC en % del PVV, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	65.73	
Dieta(D)	3	39.64	
ExD	3	130.87	0.247
Error	8	77.74	
Total	15		

Anexo 56. Análisis de varianza del CD en g/Kg PV, por especie y dieta.

FV	GL	CM	Prob.
Especie(E)	1	8221.96	0.045
Dieta(D)	3	3216.25	0.165
ExD	3	3741.95	0.127
Error	8	1456.33	
Total	15		

Anexo 57. Visceras y desechos (Kg), Rendimiento de la canal (%) y Pesos vivos (Kg) en relación a las dietas y especies.

Dietas	Tratamientos									
	0%		12%		24%		36%		Promedio	
	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos
PV	26.0	34.0	31.5	38.0	28.5	37.0	24.5	31.5	27.6	35.1
PVV	18.5	27.0	23.8	28.1	21.9	29.6	19.9	26.1	21.0	27.7
PCC	10.5	13.8	11.9	17.6	11.5	13.4	9.7	16.0	10.9	15.2
PCF	10.1	13.4	11.6	17.2	11.3	13.0	9.4	15.7	10.6	14.8
Sangre	1.1	1.0	1.3	1.5	0.9	1.5	1.6	1.2	1.2	1.3
Cabeza	1.6	1.8	2.2	2.2	1.9	2.2	1.6	1.9	1.8	2.0
Cuero	1.7	3.4	2.5	3.9	2.4	3.9	1.7	4.3	2.1	3.9
Patas	0.7	0.6	0.8	0.9	0.9	0.9	0.7	0.8	0.8	0.8
A.Dig.V.	2.7	3.4	3.2	4.0	2.8	3.8	2.2	2.9	2.7	3.5
Hígado	0.4	0.5	0.5	0.6	0.4	0.5	0.3	0.5	0.4	0.5
Riñones	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Pulmones	0.4	0.6	0.4	0.6	0.3	0.6	0.3	0.5	0.4	0.6
Corazón	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1
Bazo	0.04	0.06	0.09	0.07	0.04	0.07	0.04	0.06	0.05	0.07
A.Reprod.	0.3	0.6	0.2	0.4	0.2	0.6	0.2	0.4	0.2	0.5
RCCpv ‡	40.6	40.7	37.8	46.4	40.5	36.9	39.3	51.7	39.6	43.9
RCCpvv ‡	57.4	51.2	50.1	64.0	52.4	46.9	48.5	62.2	52.1	56.1
RCFpv ‡	39.1	39.5	36.8	45.4	39.7	35.9	38.2	50.8	38.5	42.9
RCFpvv ‡	55.2	49.7	48.9	62.6	51.5	45.5	46.7	61.1	50.6	54.7

Anexo 58. Visceras y desechos (% PVV), en relación a las dietas y especies

Dietas	Tratamientos									
	0%		12%		24%		36%		Promedio	
Especies	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos	Cabros	Ovejos
PVV	18.5	27.0	23.8	28.1	21.9	29.6	19.9	26.1	21.0	27.7
Sangre	6.2	3.9	5.6	5.5	4.5	5.1	8.5	4.6	6.2	4.8
Cabeza	8.5	6.6	9.1	7.9	8.5	7.6	8.1	7.5	8.6	7.4
Cuero	9.1	12.7	10.6	14.6	11.1	13.2	8.6	16.7	9.9	14.3
Patás	4.0	2.2	3.5	3.5	4.1	2.9	3.6	3.1	3.8	2.9
A.Dig.V.	14.7	12.7	13.6	14.7	12.8	13.1	11.2	11.1	13.1	12.9
Hígado	2.3	1.8	2.2	2.1	2.0	1.6	1.5	1.9	2.0	1.9
Riñones	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.3	0.5	0.4
Pulmones	2.2	2.1	1.8	2.0	1.5	2.2	1.6	2.1	1.8	2.1
Corazón	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4	0.6	0.5
Bazo	0.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
A.Reprod.	1.4	2.2	1.0	1.5	1.1	2.0	1.1	1.7	1.2	1.9