



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SUELOS

CENTRO DE AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE

**INDICADORES DE GANANCIA DE PESO, PRODUCCIÓN Y
CALIDAD DE LANA EN CORDEROS CHIAPAS
SUPLEMENTADOS CON VAINAS DE *Cassia grandis***

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTA:

KOKÓB DE JESÚS CHAVARRÍA

Chapingo, Estado de México, Mayo, 2009

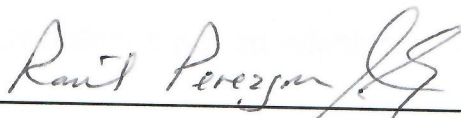


**INDICADORES DE GANANCIA DE PESO, PRODUCCIÓN Y CALIDAD
DE LANA EN CORDEROS CHIAPAS SUPLEMENTADOS CON VAINAS
DE *Cassia grandis***

Tesis realizada por C. **Kokób De Jesús Chavarría** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

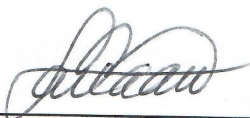
**MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DIRECTOR:



PhD RAÚL ANDRÉS PEREZGROVAS GARZA

CODIRECTOR:



PhD JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS

ASESORA:



Dra. MARÍA EUGENIA VELASCO ZEBADÚA

ASESOR:



PhD LAKSMI KRISHNAMURTY

**INDICADORES DE GANANCIA DE PESO, PRODUCCIÓN Y CALIDAD
DE LANA EN CORDEROS CHIAPAS SUPLEMENTADOS CON VAINAS
DE *Cassia grandis***

Tesis realizada por C. **Kokób De Jesús Chavarría** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA PARA EL DESARROLLO
SOSTENIBLE**

DIRECTOR: _____
PhD RAÚL ANDRÉS PEREZGROVAS GARZA

CODIRECTOR: _____
PhD JAIME SAHAGÚN CASTELLANOS

ASESORA: _____
Dra. MARÍA EUGENIA VELASCO ZEBADÚA

ASESOR: _____
PhD LAKSMI KRISHNAMURTY

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo, por la oportunidad para poder cursar mis estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para la realización de los estudios de posgrado.

Al Consejo Mexicano de Ciencia y Tecnología (COMECYT), por la beca otorgada para la realización de la Tesis.

Al PhD Raúl Andrés Perezgrovas Garza, por su gran apoyo durante la realización de este trabajo, por su paciencia, comentarios y conocimientos transmitidos y sobre todo por la amistad que me brindó durante esta etapa de mi vida. De verdad muchísimas gracias.

A la Dra. María Eugenia Velasco Zebadua por sus palabras de aliento y por sus sabias reflexiones sobre el contenido de la Tesis.

Un agradecimiento especial al PhD Laskmi Krishnamurty por colaboración así como sus valiosos comentarios durante la revisión de Tesis.

Al PhD Jaime Sahagún Castellanos por su orientación y disposición con este trabajo.

Al Instituto de Estudios Indígenas de la Universidad Autónoma de Chiapas por todas y cada una de las facilidades brindadas en la elaboración de esta Tesis.

Al Centro Ovino Teopisca, actualmente denominado Centro Universitario de Investigación y Transferencia de Tecnología (CUITT) perteneciente a la Universidad Autónoma de Chiapas y a cada uno de los chicos que laboran ahí... Jorge, Julio, Paciano, Rey, Bulmaro, Ranulfo y Domingo.

A los estudiantes de la FMVZ-UNACH y en especial a Luis López Kolb por su valioso apoyo en la cosecha de vainas de la leguminosa arbórea utilizada en este estudio.

A los amigos que conocí durante el transcurso de esta etapa de mi vida (Estrella, Aby, Lucy, Rodrigo, Lolita) y a los que siempre han estado para alentarme a seguir adelante.... Gracias....

DEDICATORIAS

A mis padres Claudio y Flor, por motivarme a seguir adelante, por su amor, confianza y por las sabias enseñanzas que me han dejado.

A mis queridos hermanos por su ayuda en todo momento... Gracias Abish, Sariah, Olishem y Limhi... también a ti Gael por ser una lucecita en la familia...

.... A todas y cada una de las personas que de alguna manera fueron parte de este trabajo y ayudaron a mi formación.

DATOS BIOGRÁFICOS

Kokób De Jesús Chavarría. Nació en el Municipio Benito Juárez en Cancún, Quintana Roo, México, el 28 de Enero de 1982. Realizó sus estudios básicos en la Escuela Primaria Fray Servando Teresa de Mier y en la Secundaria “Gabriela Mistral” en el municipio de Ixtapaluca, Estado de México; sus estudios de Educación Media Superior los realizó en el Centro Escolar ‘Benemérito de las Américas’ ubicado en la delegación Gustavo A. Madero en el Distrito Federal. Estudió la Licenciatura en Producción Animal en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, y realizó el Servicio Social titulado: ‘Evaluación de Árboles Forrajeros Tropicales’. Concluyó esta etapa en 2004.

A finales del año 2004 a mayo del 2005 fue ayudante de investigación en el Instituto de Estudios Indígenas de la Universidad Autónoma de Chiapas, en el área de “Sistemas de Vida y Estrategias de Desarrollo”, en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (México). Posteriormente trabajó como Técnico del ‘Programa de Apoyo a la Ovinocultura de Lana’ perteneciente a la Secretaría de Desarrollo Rural Región II Altos en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas (México), como asesora de un grupo GGAVATT (Grupo Ganadero de Validación y Transferencia de Tecnología) con mujeres indígenas pertenecientes a la comunidad de Laguna Suyul en el municipio de Chamula, Chiapas (México) durante el año 2006.

En el año 2007 ingreso a la Universidad Autónoma Chapingo integrándose al programa de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible.

INDICE GENERAL

Contenido	Pagina
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
Resumen.....	xii
Abstract	xii
1) INTRODUCCIÓN.....	1
2) OBJETIVOS	3
3) HIPÓTESIS.....	4
4) REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Ovinocultura Tzotzil	5
4.1.1 Problemática de la ovinocultura	5
4.1.2 Escasez de alimentos.....	6
4.1.2.1 Periodo de sequía	6
4.1.2.2 Pérdida de peso de corderos y crecimiento de lana.....	7
4.2 Árboles como alternativa para la alimentación animal	7
4.2.1 Criterios de selección	8
4.2.1.1 Calidad nutritiva.....	9
4.2.1.2 Presencia de metabolitos secundarios.....	11
4.2.1.3 Preferencias de consumo.....	13
4.2.1.4 Disponibilidad en la época de sequía.....	14
4.2.1.5 Competencia por el uso del recurso.....	14
4.2.1.6 Gastos de producción y recolección.....	15

4.2.2 Cassia grandis.....	15
4.2.2.1 Composición bromatológica	17
4.2.2.2 Toxicidad	17
4.3 Peso de corderos	18
4.3.1 Crecimiento y ganancia de peso	18
4.3.2 Producción de lana.....	19
4.3.3 Calidad de lana	19
4.3.4 Longitud de mecha	21
4.3.5 Peso del vellón	21
4.3.6 Crecimiento de lana.....	22
4.3.7 Rendimiento al lavado	22
4.3.8 Proporción de fibras	23
4.4 Costos de producción.....	23
4.4.2 Estudios de caso	23
5) MATERIALES Y MÉTODOS	24
5.1 Localización.....	24
5.2 Prueba de palatabilidad de vainas de diferentes especies arbóreas tropicales.....	24
5.3 Cosecha de vainas de la arbórea en estudio	27
5.4 Prueba de toxicidad.....	27
5.5 Ensayo de niveles de inclusión	28
5.6 Efecto en el crecimiento de corderos	31
5.6.1 Consumo voluntario.....	31
5.6.2 Ganancia de peso y ganancia de peso corporal total.....	31

5.7 Efecto en la producción y calidad de lana	32
5.7.1 Peso del vellón sucio a la trasquila	32
5.7.2 Crecimiento por unidad de superficie	32
5.7.3 Rendimiento al desengrasado alcohólico	32
5.8 Efecto en la calidad de lana	33
5.8.1 Calidad de lana mediante la evaluación tradicional.....	33
5.8.2 Evaluación de la proporción relativa y longitud de mecha.....	34
5.9 Diseño y modelo del experimento	34
5.10 Relación beneficio/costo.....	35
5.11 Análisis estadístico	35
6) RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
6.1 Prueba de palatabilidad.....	36
6.2 Prueba de toxicidad.....	44
6.3 Niveles de inclusión.....	46
6.3.1 Consumo voluntario.....	46
6.3.2 Ganancia de peso corporal	48
6.3.3 Ganancia de peso corporal total.....	50
6.4 Análisis bromatológico	52
6.5 Producción de lana.....	54
6.5.1 Peso del vellón sucio.....	54
6.6 Calidad de lana	56
6.6.1 Rendimiento al lavado	56
6.6.2 Crecimiento diario por unidad de superficie	57
6.6.3 Proporción relativa de fibra.....	59

6.7 Relación entre las variables evaluadas	62
6.8 Relación beneficio/costo.....	66
7) CONCLUSIONES.....	70
8) LITERATURA CITADA	72
9) ANEXO	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol de “Cañadonga” en la región de los Valles Centrales de Chiapas (a). Vainas, hojas y flores de “Cañadonga” (b).	16
Figura 2. Diagramas de la prueba “de cafetería” con vainas molidas de 9 leguminosas tropicales (a y b).	26
Figura 3. Preparación y asignación del alimento con diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga”, para cada uno de los tratamientos (a y b). Consumo de los ovinos sometidos al experimento (c).	30
Figura 4. Grupos de preferencia de consumo de los ovinos por vainas solas o mezcladas con rastrojo de maíz.	37
Figura 5. Línea de consumo voluntario de ovejas durante la prueba de cafetería al alimentarlas con vainas molidas de “Cañadonga” (<i>Cassia grandis</i>).	45
Figura 6. Consumo voluntario de ovinos alimentados por unidad experimental para cada tratamiento con diferentes porcentajes de inclusión de “Cañadonga” (<i>C. grandis</i>).	47
Figura 7. Ganancia de peso corporal durante periodos quincenales de ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas molidas de “Cañadonga” (<i>C. grandis</i>).	49
Figura 8. Peso del vellón sucio de ovejas Chiapas que recibieron vainas molidas de “Cañadonga” (<i>C. grandis</i>) en diferentes niveles de inclusión.	55
Figura 9. Proporción relativa (%) de las distintas fibras en la mecha de corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas de “Cañadonga” (<i>C. grandis</i>).	60
Figura 10. Longitud de las fibras (largas, cortas y kemp) en cada tratamiento.	61
Figura 11. Calificación asignada por las pastoras tzotziles a la calidad del vellón de corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga” (<i>C. grandis</i>).	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Raciones utilizadas para la prueba de desafío para las 4 ovejas de desecho.	28
Cuadro 2. Frecuencia acumulada de ovinos 'probando' las vainas de diferentes especies arbóreas tropicales solas y mezcladas con rastrojo de maíz.....	36
Cuadro 3. Análisis bromatológico de las vainas forrajeras molidas de nueve especies.....	39
Cuadro 4. Ganancia de peso corporal total en ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de "Cañadonga" (<i>C. grandis</i>).	50
Cuadro 5. Ganancia de peso corporal final en ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de "Cañadonga" (<i>C. grandis</i>).	51
Cuadro 6. Indicadores nutricionales de cada una de las dietas con diferentes niveles de inclusión de "Cañadonga" (<i>C. grandis</i>).	52
Cuadro 7. Rendimiento de lana de borregos Chiapas al desengrasado alcohólico.....	57
Cuadro 8. Crecimiento de lana ($\text{mg cm}^2 \text{ día}^{-1}$) en ovinos Chiapas alimentados con "Cañadonga" (<i>C. grandis</i>) durante los dos periodos de evaluación.	58
Cuadro 9. Coeficientes de correlación entre características de producción en corderos alimentados con vainas de <i>Cassia grandis</i>	64
Cuadro 10. Coeficientes de correlación para características de lana en corderos alimentados con vainas de <i>Cassia grandis</i>	64
Cuadro 11. Relación beneficio/costo de los grupos de corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas molidas de "Cañadonga" (<i>C. grandis</i>).	66
Cuadro 12. Costos de alimentación de la dieta base y los diferentes niveles de inclusión por kilogramo producido.....	79

INDICADORES DE GANANCIA DE PESO, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LANA EN CORDEROS CHIAPAS SUPLEMENTADOS CON VAINAS DE *Cassia grandis*

INDICATORS OF WEIGHT GAIN, PRODUCTION AND WOOL QUALITY IN CHIAPAS LAMBS SUPPLEMENTED WITH PODS OF *Cassia grandis*

Kokób De Jesús Chavarría¹ Raúl A. Perezgrovas Garza²

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilización de vainas secas y molidas de *Cassia grandis* (cañadonga) como un recurso forrajero no convencional, con miras a incorporarlas en la alimentación de ovinos en el contexto de la ovinocultura tzotzil.

La investigación se realizó en el Centro Ovino Teopisca (CUITT), ubicado en Los Altos de Chiapas, a 16° 32' 24" de latitud N y 92° 28' 19" longitud O.

En la prueba de palatabilidad, ésta y 8 vainas mas de otras especies se colectaron en la región de los Valles Centrales de Chiapas, se secaron bajo sombra y fueron trituradas a un tamaño de 4 mm, en donde se evaluó la preferencia por 48 corderos Chiapas mediante 2 modalidades: a) 100 % de vainas secas y molidas, y b) 50 % de vainas en una mezcla con 50 % de rastrojo de maíz molido.

En la prueba de toxicidad se alimentaron 4 ovejas de desecho, consistiendo en una dieta base hecha de rastrojo de maíz, e incorporándose cantidades crecientes de vainas molidas de 'cañadonga'. La proporción inicial de vainas fue de 5 %, y se duplicó hasta alcanzar el 100 %.

Para medir el crecimiento de corderos se formaron 5 lotes, incluyendo en su dieta 0, 5, 10, 20 y 40 % de vainas molidas de *C. grandis* mezcladas con rastrojo y maíz molido durante 140 días. Se evaluó GTP, curva de crecimiento y calidad de lana según las pastoras tzotziles.

Mediante técnicas de laboratorio se evaluaron la longitud de mecha, proporción de fibras, crecimiento de lana por unidad de superficie, y rendimiento al desengrasado.

Para la determinar la relación beneficio/costo sobre el uso de *C. grandis* se obtuvo la suma total de los beneficios por venta de lana y de borregos en pie y se contrastó con el costo de los insumos, incluyendo la colecta de vainas; esto fue un complemento para identificar cuál dosis de inclusión fue más eficiente.

Durante la prueba de palatabilidad se mostró la preferencia de los animales al probar y comer los 9 tipos de vainas, favoreciendo a *A. milleriana*, a partir de la cual se formaron tres grupos de preferencia. El consumo voluntario durante la prueba de toxicidad fue creciente, pero disminuyó hasta en un 80% cuando se proporcionó el 100 % de vainas; sin embargo, las ovejas no mostraron signos clínicos de intoxicación y su comportamiento fue normal.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a las variables productivas como son peso inicial, peso final, ganancia total, calidad del vellón, y eficiencia en crecimiento de lana; las tendencias señalaron que la inclusión de 5 a 20 % de vainas favorece los indicadores de peso corporal, y la de 10 % los asociados a la producción de lana ($P \leq 0.05$). Los resultados muestran que para las variables de producción y calidad de lana no se encontraron diferencias significativas, sin embargo se observa una tendencia a que la inclusión del 10% es favorable.

Todos los tratamientos muestran una relación beneficio/costo con índices superiores a 1.0, lo cual indica que los beneficios son superiores a los costos. El menor índice lo tiene el tratamiento control, mientras que la dieta que incluyó 40 % de vainas de 'cañadonga' obtuvo el mayor beneficio.

La inclusión del 10% de vainas secas y molidas de vainas de *Cassia grandis* puede repercutir favorablemente en el incremento de los indicadores productivos, tanto los de crecimiento corporal y de calidad de lana, como también los económicos (relación beneficio/costo).

Palabras clave: Vainas, Corderos Chiapas, *Cassia grandis*, Recursos forrajeros, Ovinocultura tzotzil.

Abstract

The objective of this study was to assess the utilization of dried, ground pods of *Cassia grandis* (cañadonga) as a non-conventional feed resource, aiming towards its inclusion in sheep feeding practices within the context of Tzotzil sheep rearing.

The study took place at Centro Ovino Teopisca (CUITT), in the region of Chiapas Highlands, at 16° 32' 24" North latitude and 92° 28' 19" West longitude.

In the palatability test, this one and 8 pods of other species were collected in the Valles Centrales region of Chiapas; they were dried under shade and crushed to a size of 4 mm, and then the preference of 48 Chiapas lambs was evaluated by means of 2 modalities: a) 100% dried, ground pods, and b) 50% pods in a mixture with 50% ground maize fodder.

A toxicity trial was also set up, utilizing 4 adult ewes fed with ground maize fodder and receiving increasing amounts of ground 'cañadonga' pods. The initial amount of 5% pods in the diet was doubled every 3 days until a diet of 100% pods was offered.

Growth was estimated during 146 days in 5 groups of lambs receiving a diet with 0, 5, 10, 20 and 40 % of milled *Cassia grandis* pods in a mixture with ground maize fodder.

Evaluated parameters were total weight gain (TWG), growing curve and fleece quality (according to Tzotzil shepherdesses' criteria). Staple length, staple composition, wool growth per unit area, and alcohol scouring yield were evaluated in the laboratory.

A cost/benefit analysis of *Cassia grandis* usefulness was undertaken, contrasting the total sum of income derived from wool and animal sales against the cost of inputs and pod gathering and collection. Cost/benefit analysis was a complement in the analyses of which pod inclusion-rate was most efficient.

The palatability trial demonstrated the preference of sheep for *A. milleriana* pods, and 3 different groups of preferred legume pods were identified. Voluntary consumption increased gradually during the toxicity trial, but decreased drastically (80%) when the amount of pods in the diet reached 100%; however, sheep did not show clinical signs of intoxication and their behavior was normal.

Productive variables did not show statistically significant differences among treatments, and initial weight, final weight, TWG, feeding efficiency, fleece quality and wool growth per unit area remained the same; a tendency was found that the inclusion of 5-20 % pods favor body weight indicators, while 10% of pods in the diet favor wool production parameters ($P \leq 0.05$).

Results of the different experiments suggest that the inclusion of 10% of *Cassia grandis* ground pods in the diet favor overall body weight and wool production indicators.

Cost/benefit analyses showed that all treatments resulted in an index above 1.0, indicating that benefits outweigh the costs. The lowest index was for the control diet (0 % pods), while a 40% inclusion of *Cassia grandis* pods resulted in the larger benefit.

It is concluded that the inclusion of 10 % of *Cassia grandis* dried, ground pods in the diet of growing lambs could favorably impact on the different productive parameters, those related to body weight and fleece quality, and also the economic indicators (cost/benefit analysis).

Key Words: Pods, Chiapas Lambs, *Cassia grandis*, Feed resource, Tzotzil sheep rearing

1) INTRODUCCIÓN

En la región montañosa de Los Altos de Chiapas están asentadas diversas comunidades indígenas pertenecientes a las etnias Tzotzil y Tzeltal, las cuales presentan condiciones muy variadas de producción agropecuaria tradicional.

Entre los Tzotziles de Chiapas, la cría de ganado lanar constituye una estrategia para la economía familiar, principalmente porque con los vellones de sus animales las mujeres elaboran la ropa cotidiana o tradicional para toda la familia: los abrigos y las faldas de color negro que portan las mujeres, así como jorongos de color blanco, blusas de color café y cobijas grises; todas las prendas de ropa típica se hacen a mano, hilando la lana con malacate y tejiendo los hilos en el telar de cintura de diseño prehispánico. La ropa de diferentes colores es un reflejo de la diversidad que se observa en los borregos que integran los rebaños (Parra *et al.*, 1993).

La problemática general de la ovinocultura tzotzil se caracteriza por el sobrepastoreo, la dependencia de las condiciones naturales para la producción local alimenticia en la época de sequía, los costos elevados de alimentos balanceados que limitan su consumo, y la escasa utilización de los recursos forrajeros existentes en los sistemas agroforestales, además de baja ganancia de peso en los corderos y crecimiento de lana (Nahed *et al.*, 2003).

En cuanto a la producción de fibra, Perezgrovas y Castro (2003) reportan que durante la primavera (época de sequía) se observa un bajo crecimiento diario de lana, comparado con el que existe en la época de lluvias (0.308 mg/cm² contra 0.529 mg/cm², respectivamente). Así mismo, el peso del vellón sucio y la longitud de la mecha son menores durante la época de sequía, cuando también se observa una disminución en la cantidad de fibras largas-gruesas en la mecha de lana, característica muy apreciable por las productoras tzotziles.

Contrastando con la carencia de forrajes en la época de sequía, es posible encontrar en esta época otros recursos botánicos con potencial para ser utilizados en la alimentación del ganado. Así, la región de los Valles Centrales

de Chiapas cuenta con una gran variedad de recursos forrajeros locales que en su mayoría no son utilizados como alimento para los animales; estos recursos pueden constituir una fuente de proteína substancial durante la época de sequía para los ovinos. Entre ellos se encuentra la leguminosa arbórea *Cassia grandis*, una especie ampliamente distribuida en Centroamérica que está relativamente extendida en esta región y que especialmente se encuentra en reservas agroforestales (Vera y Dorantes, 2006). En Venezuela se ha evaluado la composición bromatológica de *Cassia grandis* en follaje (hojas y tallos tiernos) y su aceptación por ovinos cuando se le incluye en diferentes cantidades; el contenido de proteína cruda (PC) reportado fue de 15.67 %, cifra que resulta adecuada para que la planta pueda ser utilizada como suplemento en la nutrición de rumiantes. En cuanto a la toxicidad, el contenido de polifenoles y taninos encontrado no supera los límites críticos en los cuales ocasionan daños al buen funcionamiento digestivo de los poligástricos y afectan la población de microorganismos ruminales (García y Medina, 2006).

En la región de Los Altos de Chiapas, las heladas invernales ocasionan que las praderas nativas se sequen y que las leguminosas no tengan follaje, situación que se prolonga durante toda la época de sequía (diciembre-mayo), que es la más crítica en términos de nutrición animal (Perezgrovas, 2004). Los corderos, pierden peso y pueden presentar cuadros de anemia, ya que la época de aparición de estos signos clínicos (noviembre-enero) coincide con la época de sequía.

Con estos antecedentes, en este trabajo se planteó la utilización de vainas secas y molidas de *Cassia grandis* como un recurso forrajero no convencional, con miras a incorporarlas en la alimentación de ovinos en el contexto de la ovinocultura Tzotzil.

2) OBJETIVOS

El objetivo general del presente trabajo es evaluar integralmente la utilización de vainas secas y molidas de la leguminosa arbórea conocida localmente como “cañadonga” (*Cassia grandis*), en una dieta para ganado lanar a base de rastrojo de maíz y maíz molido, durante la época de sequía.

Objetivos específicos:

- 1) Generar un referente de la palatabilidad de las vainas de esta leguminosa contra algunas otras presentes en la región.
- 2) Evaluar la toxicidad de las vainas de *Cassia grandis* para los ovinos mediante la observación del comportamiento y el consumo voluntario.
- 3) Evaluar la respuesta del crecimiento de corderos (ganancia de peso) al alimentarlos con la inclusión de 0, 5, 10, 20 y 40 % de vainas molidas de *Cassia grandis* en una dieta a base de rastrojo de maíz y maíz molido.
- 4) Valorar el efecto de diferentes niveles de inclusión de vainas sobre indicadores productivos del ganado lanar, como: producción de vellón sucio, rendimiento al desengrasado alcohólico y crecimiento de lana por unidad de superficie (eficiencia), y así como sobre los indicadores de calidad de la lana, como: calificación de calidad del vellón según las pastoras tzotziles, la longitud de la mecha y la proporción de las diferentes tipos de fibra.
- 5) Determinar la relación beneficio/costo de la inclusión de diferentes niveles de inclusión de vainas molidas de *Cassia grandis* en dieta para corderos Chiapas.

3) HIPÓTESIS

- La palatabilidad de las vainas de *Cassia grandis* resulta aceptable al ser comparada con las principales leguminosas forrajeras presentes en la región.
- La inclusión de las vainas de *Cassia grandis* no provoca signos de intoxicación clínica en los animales experimentales.
- La inclusión de las vainas de *Cassia grandis* favorece una mayor ganancia de peso en los corderos alimentados durante la época de sequía, comparados con el tratamiento testigo.
- La inclusión de las vainas de *Cassia grandis* genera un incremento significativo de los indicadores de calidad del vellón, así como en los de producción de lana, comparados con el testigo.
- La utilización de vainas de *Cassia grandis* resulta ser rentable dentro de los sistemas de producción de ganado lanar.

4) REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Ovinocultura Tzotzil

La cría de ovinos en la región montañosa de Los Altos de Chiapas es una actividad desarrollada básicamente por las mujeres indígenas del grupo Tzotzil, quienes son las responsables del trabajo con los borregos cuya lana se utiliza como materia prima para elaborar ropa.

Los rebaños de ovinos son pequeños, de 8 a 10 animales, criados en los terrenos familiares o comunales, ya sean parcelas en descanso o pastizales. El minifundismo ha ocasionado severos problemas de sobrepastoreo y desnutrición estacional de los animales, que agravan los efectos negativos de las fuertes cargas parasitarias que padecen (Alemán *et al.*, 2002).

La ovinocultura constituye un elemento de suprema importancia para las familias tzotziles, tanto por los beneficios directos que genera (lana para elaborar ropa de uso propio, y estiércol utilizado como abono en las parcelas con hortalizas), como por los ingresos monetarios que reporta la comercialización de ropa o estiércol, o la eventual venta de algún animal vivo (Alemán *et al.*, 2002).

4.1.1 Problemática de la ovinocultura

En la región de Los Altos de Chiapas existen severas limitantes para la producción ya que experimenta un acelerado proceso de crecimiento demográfico, situación que está en la base de los agudos conflictos sociales que la caracterizan hoy día.

La cría de ganado lanar entre los tzotziles, en general tiene un problema bien marcado que se deriva de la creciente necesidad de abrir tierras para las labores agrícolas, la deforestación y baja fertilidad de suelos, el sobrepastoreo, una fuerte dependencia de las condiciones naturales para la producción, y malas condiciones físicas y productivas de los animales (Nahed *et al.*, 2003).

4.1.2 Escasez de alimentos

El pastoreo es la forma fundamental a través de la cual los rebaños obtienen los nutrientes necesarios para poder reproducirse y generar los productos de interés para las productoras indígenas.

Las zonas de pastoreo en esta región montañosa son comunales y, por ende, no existen cercas divisorias que permitan implementar el uso de potreros y fomentar la conservación por medio de prácticas de manejo y conservación de los recursos forrajeros evitando el sobrepastoreo (Perezgrovas, 2004). Existe un manejo empírico del recurso pasto, lo que muchas veces influye en la mala utilización del forraje durante el periodo en que es abundante.

Dentro de los sistemas de manejo tradicional, cuando el forraje escasea en los pastizales existen otras formas alternas de alimentación que permiten a los rebaños mantenerse, como son el uso de esquilmos agrícolas, el ramoneo en las áreas de monte y la suplementación natural con posol (masa con agua y maíz molido) y sal (Martínez, 1989).

4.1.2.1 Periodo de sequía

El clima es uno de los factores determinantes del sistema de pastoreo tradicional de Los Altos de Chiapas, con dos estaciones bien delimitadas que ofrecen diferentes recursos forrajeros para la alimentación de los animales. En la temporada de lluvias, que se extiende de junio a noviembre, el régimen de alimentación se basa en el pastoreo extensivo con traslado de animales de los corrales a las áreas comunales de pastoreo, donde se les deja amarrados a un estaca clavada en el suelo durante de varias horas, rotando el sitio cuando el pasto se agota, y llevándoles agua en una cubeta.

La otra estación corresponde a la temporada de sequía entre los meses de diciembre y mayo, que se caracteriza por la ausencia de precipitación pluvial y por las heladas recurrentes y es cuando el agua del rocío ocasiona que los

zacates y los forrajes se “quemen” por el frío, lo que los imposibilita para ser consumidos por los ovinos (Perezgrovas, 2004).

La etapa crítica se da en la estación de seca; la ausencia de forraje verde propicia que los animales sean conducidos hacia montes cercanos recorriendo una distancia en promedio de 2 km; mientras los ovinos pastorean en estos lugares se les deja totalmente sueltos para que puedan ir de un lugar a otro, seleccionando y consumiendo lo que más les guste (Perezgrovas, 2004).

4.1.2.2 Pérdida de peso de corderos y crecimiento de lana

Perezgrovas (2004) menciona que para comprender mejor el efecto de la alimentación de la madre en el peso del cordero es necesario relacionar los aspectos climáticos en Los Altos con la actividad reproductiva de las ovejas. La temporada de pariciones se presenta al inicio de la época de sequía (noviembre-diciembre), por lo que durante el último tercio de gestación el aporte de nutrientes que reciben las ovejas es insuficiente, haciendo uso de sus reservas corporales para mantener la preñez, además que el cordero tiene un menor crecimiento fetal.

Al nacer los corderos son de poco peso, débiles y muy susceptibles a los factores adversos; durante esta época las madres les aportan los nutrientes que requieren, y sin embargo, después de 10 semanas no producen suficiente leche, lo que obliga al cordero a que empiece a alimentarse de los forrajes escasos y de muy baja calidad; esto hace que disminuyan tanto su crecimiento como su producción de lana.

4.2 Árboles como alternativa para la alimentación animal

En los sistemas de vegetación natural existen diversos árboles y arbustos que los ovinos consumen de manera cotidiana; se ha demostrado que las especies arbóreas y arbustivas poseen un alto valor potencial como fuente de alimento y suplementación proteínica para la ganadería doméstica. Su contribución es mayor en las áreas afectadas por cambios en la cantidad y la calidad del pasto

(Pinto *et al.*, 2005). Por otro lado, la producción y/o utilización de suplementos provenientes de hojas y frutos de árboles tiene ventajas nutricionales, ya que la cantidad de proteína y energía se sincronizan al momento de ser consumido el suplemento, haciendo que la eficiencia nutricional sea incrementada. Aunado a esto, existen múltiples ventajas de su utilización en época seca: el ganado no pierde peso, la producción de leche se mantiene, la mortalidad e incidencia de enfermedades es muy baja y se evita trasladar al ganado a otras zonas en busca de forraje (Ibrahim *et al.*, 2006).

La utilización de frutos provenientes de leguminosas arbóreas en la suplementación animal, principalmente en rumiantes, es una práctica tradicional entre los productores de ciertas regiones; a pesar de disponer de información experimental que soporte su uso, la adopción de su uso ha sido limitada (Navas y Restrepo, 2003).

La información generada sobre el uso de frutos de leguminosas ha demostrando que mejora la respuesta productiva principalmente en las fases de la lactancia y el crecimiento temprano (Navas y Restrepo, 2003), siendo éstas las más críticas durante la época de sequía para los corderos de la raza Chiapas en la región de Los Altos de Chiapas.

4.2.1 Criterios de selección

Según lo descrito por Benavides (1998), para que un árbol o arbusto pueda ser calificado como forrajero debe reunir ventajas en términos nutricionales, como de producción y de versatilidad agronómica sobre otros forrajes utilizados tradicionalmente, que los niveles de compuestos secundarios no afecten su consumo, preferencia en su consumo por el ganado, disponibilidad en la región durante las épocas críticas para la alimentación animal (época de sequía), baja o nula competencia por el uso del recurso con otras especies animales, industrias o el hombre, rendimiento por unidad de superficie, índice de cosecha y gastos de producción y recolección.

4.2.1.1 Calidad nutritiva

El costo de los alimentos concentrados cada vez se eleva más, en particular los que poseen altos contenidos de nitrógeno, por lo que se limita en gran manera su acceso para la alimentación animal por parte de los productores con menores recursos económicos. En contraste, las plantas arbóreas, por su alto valor nutritivo y en especial su elevado contenido en proteína, además de sus innumerables ventajas, pudieran constituir una buena alternativa en la suplementación proteínica en la alimentación animal.

Especies comúnmente utilizadas en Colombia han demostrado tener características nutricionales favorables fluctuando el contenido de proteína cruda entre 14 y 20 %, estando la mayor proporción en la semilla (Navas y Restrepo, 2003)

Análisis químico proximal

El análisis proximal es el método químico estándar consagrado de análisis de la alimentación. Implica algunas técnicas químicas simples diseñadas para distinguir componentes nutritivos del material no nutritivo. Los componentes del análisis proximal son materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, ceniza, fibra cruda, y el extracto libre de nitrógeno (NFE) (Cheeke, 1999).

Cenizas

Los valores de las cenizas tienen poca importancia desde el punto de vista nutricional, aunque cifras sumamente elevadas pueden indicar que existe una contaminación con tierra o la dilución de alimentos con sustancias tales como la sal y piedra caliza. En el análisis proximal se requieren datos sobre las cantidades de cenizas que son necesarias para obtener otros valores. Algunos elementos minerales, tales como el yodo y el selenio, pueden ser volátiles y se pierden al convertir la sustancia en ceniza.

Proteína cruda

Desde el punto de vista nutricional, la información se puede aplicar a las especies de rumiantes que pueden utilizar en forma eficaz casi todas las formas de N, pero la información puede tener muy poco valor para las especies monogástricas (tales como los humanos, cerdos y aves); el mayor costo de los alimentos que se venden comercialmente se relaciona con la fracción de proteína que contienen.

Fibra cruda

La fibra representa la porción no digerible de los alimentos y, por consiguiente, mientras mayor sea su concentración en un producto dado menor será su valor alimenticio, aunque es importante recomendarla para el buen funcionamiento del intestino. La naturaleza química de la fibra cruda, aun cuando no está bien establecida, se considera constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina.

Su determinación se basa en la simulación de la digestión en el organismo por tratamientos ácidos y alcalinos, separando los constituyentes solubles de los insolubles que constituyen los desperdicios orgánicos a través de las heces.

Extracto etéreo

Es la fracción de lípidos dentro del alimento; contiene principalmente aceites y grasas. Valores superiores al 14 % indican que el alimento en cuestión no debería integrar una gran proporción de la dieta total, puesto que pueden ser tóxicos para las bacterias ruminales. Además, durante el almacenamiento predisponen a enranciar los materiales cuando éstos no están adecuadamente acondicionados.

Energía calorífica

Se estima midiendo la cantidad de calor (número de calorías) generada por una porción determinada de alimento al ser quemado éste dentro de la bomba calorimétrica; la técnica mide el calor de combustión liberado por los distintos alimentos.

4.2.1.2 Presencia de metabolitos secundarios

Árboles y arbustos han tenido un papel sobresaliente en la alimentación animal durante las últimas décadas, debido a su naturaleza multipropósito y al amplio margen de adaptación a climas y suelos. Existen muchas especies con potencial forrajero, entre las que se destacan las leguminosas por presentar considerables niveles proteínicos y un elevado valor nutritivo. Sin embargo, muchas de estas plantas contienen metabolitos secundarios que, en dependencia de su estructura química y concentración, pueden constituir factores antinutritivos en los herbívoros que las consumen (Baldizán *et al.*, 1999).

La diversidad en plantas es enorme; existen más de 1200 clases de compuestos químicos del metabolismo secundario de las plantas, los cuales tienen funciones de almacenamiento, defensa o reproducción. Se han reportado cerca de 8000 polifenoles, 270 aminoácidos no proteínicos, 32 cianógenos, 10000 alcaloides y varias saponinas y esteroides.

Los taninos son los compuestos secundarios vegetales más comunes, pero sus consecuencias en la alimentación animal no son bastante claras. Su mayor característica es la de formar complejos químicos no sólo con proteínas sino también con varios compuestos como polisacáridos, ácidos nucleicos, esteroides, alcaloides y saponinas (Rosales, 1998).

Taninos

Los taninos son compuestos fenólicos secundarios de elevado peso molecular (500 a más de 20,000 daltons) presentes en la naturaleza, que se encuentran frecuentemente en frutas, árboles, en plantas forrajeras de clima templado principalmente leguminosas, y otras especies como sorgo y maíz utilizadas comúnmente en la alimentación del ganado.

Como lo señala Molsalve (2007), estos compuestos se distinguen por: astringencia, solubilidad en agua derivada de la interacción polifeno-polifenol (IPP), peso molecular (PM) (500-5000 daltons), estructura química con 12-16

grupos fenólicos y 5-7 anillos aromáticos para cada 100 unidades de PM y su capacidad para formar complejos con otras macromoléculas como carbohidratos, alcaloides, proteínas y saponinas, entre otras, de las cuales dependen sus aplicaciones en alimentos, bebidas, fitoterapia, industria de pieles y defensa química y pigmentación en plantas.

Los taninos condensados se encuentran en dos formas en el tejido vegetal:

- Los extractables (solubles) que se diluyen usando un solvente orgánico.
- Los ligados (insolubles) que permanecen unidos al tejido vegetal, aun después de la extracción con solventes orgánicos.

Durante mucho tiempo los taninos se consideraron únicamente como factores antinutricionales, es decir, con efectos negativos en la nutrición animal como la reducción en la palatabilidad y en la digestibilidad de algunos forrajes. Sin embargo, trabajos recientes han puesto de manifiesto la existencia de factores positivos como el control del timpanismo en rumiantes, y mejora en la utilización de la proteína por el animal. Niveles adecuados de taninos en la dieta protegen parte del N de la degradación ruminal y pueden favorecer una utilización más eficiente en el tracto posterior. Por otra parte, disminuyen la cantidad eliminada en la orina e incrementan la excretada en las heces, lo que puede tener efectos importantes en el suelo (Flores *et al.*, 1999).

Según la concentración de taninos condensados en el forraje, las respuestas obtenidas pueden ser diferentes. En altas concentraciones (5-10 % de la materia seca), deprimen el consumo y la digestibilidad del forraje. Mientras que a menor concentración (2-4 % de la materia seca), podrían disminuir las pérdidas de la proteína de la ingesta producida por la proteólisis por los microorganismos del rumen e incrementar la absorción intestinal de las proteínas (Otero e Hidalgo, 2004).

4.2.1.3 Preferencias de consumo

Los investigadores en forrajes reconocen que en la evaluación de leguminosas tropicales es necesario incluir mediciones de aceptabilidad relativa. Estas mediciones son particularmente importantes en el caso de leguminosas con taninos, dado que estos compuestos polifenólicos parecen estar asociados con la aceptabilidad y el consumo del forraje por rumiantes (Lascano, 1996).

El éxito de un programa de suplementación no sólo depende de la aceptabilidad que los animales muestren por el alimento ofrecido; sin embargo, cuando un forraje se produce en volumen suficientemente grande para satisfacer las necesidades alimenticias de los animales, es necesario establecer su aceptabilidad. Aunque los alimentos son básicamente consumidos para satisfacer el hambre, muchos factores influyen en la aceptación y preferencia de ellos, entre otros, la disponibilidad, los hábitos alimentarios y preferencia en cuanto al sabor, textura y contenido de factores antinutricionales en los alimentos (Makey, 1984).

Las pruebas de cafetería y de consumo permiten determinar si un alimento es rechazado o hasta qué nivel es aceptado, y hasta qué nivel puede ser incluido en la dieta, y consisten en el suministro de un sustrato dentro del cual se incorpora en diferentes proporciones el recurso o ingrediente que se desea evaluar por periodos cortos de tiempo (Nieves, 2005). Rangel (2001) concluye que el método más adecuado para determinar la aceptabilidad de un alimento por los animales es la prueba de cafetería, ya que arroja valores de mayor confiabilidad al medir el consumo y la selección por parte del animal.

Diversos autores (Mazzorra *et al.*, 2002; Estévez *et al.*, 2001; Sosa *et al.*, 2004), han utilizado estas técnicas para medir la aceptabilidad de las dietas que les son ofrecidas a los animales; sin embargo, no existe un estándar en cuanto al tiempo de observación y el número de animales que son introducidos en las corraletas, y todo depende de la infraestructura con que se cuente, la mano de

obra disponible y el manejo al que estén acostumbrados los animales a estudiar.

Cuando el alimento se ofrece por primera vez, los animales pueden desarrollar distintos comportamientos. Si el animal ingiere el alimento y muestra preferencia por él se habla de *preferencia innata*. El rechazo de ese alimento nuevo por parte del animal se conoce como *neofobia* o *aversión innata*. Estudios sobre comportamiento alimentario demuestran que, en general, los animales tienden a mostrar un comportamiento neofóbico frente a nuevos alimentos (Millman y Duncan, 2001).

4.2.1.4 Disponibilidad en la época de sequía

En los países situados en el trópico las variaciones estacionales determinan en gran medida el volumen y calidad de la biomasa disponible en los pastos y forrajes utilizados comúnmente por los rumiantes. Frente a estas circunstancias se hace necesaria, y la vez sabia, la adopción de fuentes variadas de alimentación, sobre todo a partir de los recursos agroforestales ya adaptados al trópico (Estévez *et al.*, 2001).

Los arboles forrajeros, principalmente los que pertenecen a la familia de las leguminosas, en su mayoría se encuentran disponibles (follaje, rebrotes, vainas) durante la época de sequía, en la cual los pastos reducen hasta en un 75 % su producción de forraje, siendo muy demandados por los animales.

4.2.1.5 Competencia por el uso del recurso

Al ser los árboles forrajeros multipropósito existe una alta competencia por el uso del recurso principalmente por el fruto para consumo animal, humano o su uso en la industria; por ello es muy importante evitar este tipo de competencias, haciendo que el recurso esté disponible para el consumo animal.

4.2.1.6 Gastos de producción y recolección

El uso de leguminosas forrajeras es una alternativa a la suplementación convencional con concentrados, esto debido a su alto contenido de proteína cruda (hasta 20 % en algunos casos), lo que permite disminuir los costos de producción e incrementar la rentabilidad del sistema, disminuyendo su dependencia externa.

Sin embargo, hablando del fruto, los costos de producción y recolección pueden variar entre una especie y otra, debido a la disponibilidad del recurso, la facilidad de acceso, utilización de insumos para su producción, mano de obra para su recolección, trasportación y transformación para el consumo animal.

4.2.2 Cassia grandis

Entre los árboles con potencial forrajero se encuentra *Cassia grandis* que, según lo descrito por OFI-CATIE (1999), es un árbol mediano que alcanza normalmente 10-18 m de altura y 45-80 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), pero puede alcanzar hasta 30 m y 100 cm de DAP. El tronco es cilíndrico y ramifica a media altura para producir una copa irregular, redondeada o esparcida con ramas algo colgantes. La corteza es gruesa y lisa, de color gris parduzco. Las hojas miden unos 50 cm de largo y son compuestas, alternas, con un número par de hojuelas (8-20 pares) grandes y redondeadas, de 2-5 cm de largo (Figura 1).

Cada vaina contiene unas 55 semillas en promedio, y en un kilogramo pueden encontrarse de 1200 a 3000 semillas. La viabilidad de la semilla fresca varía de 60-90 % y se mantiene de 6 a 12 meses bajo condiciones ambientales normales. Se pueden almacenar por hasta 5 años a 4 °C y 5-6 % de contenido en humedad.

Los frutos son muy apreciados por el ganado, con ejemplos de este uso en las Verapaces, Guatemala y en Estelí, Nicaragua. En Guanacaste, Costa Rica, las semillas se emplean para hacer artesanías de adornos de bisutería.



(a)



(b)

Figura 1. Árbol de “Cañadonga” en la región de los Valles Centrales de Chiapas
(a). Vainas, hojas y flores de “Cañadonga” (b).

La especie se recomienda para cercas vivas, tal y como se usa por ejemplo en Nicaragua, en Usulután (El Salvador), Guanacaste (Costa Rica) y la Alta y la Baja Verapaz (Guatemala). En este último país se le encuentra como árboles dispersos en cultivos. También puede utilizarse para reforestación de bosques de galería en áreas de inundaciones periódicas, y así mismo se adapta a una estación seca más o menos pronunciada.

Diversos estudios (Godínez-Caraballo y Volpato, 2008; Shagarodsky *et al.*, 2003; Beyra *et al.*, 2004) han reportado que las vainas de “Cañadonga” (*C. grandis*) son comercializadas y utilizadas de manera habitual en los mercados regionales de La Habana y la provincia de Camagüey, en Cuba. El uso que se les da es principalmente como planta medicinal en el tratamiento de diversas enfermedades: la pulpa de la fruta es ligeramente laxante, si es mezclada con leche y azúcar sirve en el tratamiento de anemia, el jugo extraído de las hojas se aplica como antiherpético y otras infecciones en la piel. La comercialización es estacional y ocurre principalmente entre los meses de abril y julio.

4.2.2.1 Composición bromatológica

García y Medina (2006) indican que los tallos tiernos y hojas de *Cassia grandis* en estado de madurez aproximado a los 180 días presentan un contenido de 52.64 % de materia seca, 15.67 % de proteína cruda, 42.83 % de fibra detergente neutro, 22.23 % de fibra detergente ácido y 7.8 % de ceniza. Todo ello hace que la parte aérea sea apta para ser utilizada en la alimentación de rumiantes debido a sus altos contenidos de proteína y su poca fracción fibrosa.

4.2.2.2 Toxicidad

Las hojas de *Cassia grandis* contienen antraquinonas (aloe-emodina, ácido crisofánico, fisción, reina), barakol, flavonoides (kampferol), leucontracianinas y saponinas (Lagarto y Guerra, 2000). En el fruto se han encontrado ácido cinámico y azúcares. Las semillas contienen flavonoides y polisacáridos.

Cassia grandis presenta niveles elevados de FT (polifenoles totales): 5.61 %, los que afectan el funcionamiento digestivo de los rumiantes ya que perturban la población de microorganismos ruminales. Por otra parte, el nivel de taninos totales (3.59 %) es considerado como en el límite crítico en el cual comienzan a causar efectos irreversibles en la nutrición animal (García y Medina, 2006).

4.3 Peso de corderos

Perezgrovas (2004) indica que el ganado lanar de Los Altos de Chiapas es el producto de razas hispánicas; sin embargo, no guarda los patrones de crecimiento de estas, ya que puede presentar un peso dos o tres veces menor. Así mismo, el peso al nacimiento de estos corderos es igual tanto para las hembras como para los machos, con un promedio de 2.5 kg. Un peso corporal tan bajo puede ser responsable de una mayor incidencia de mortalidad perinatal, pues los corderos tienden a ser más susceptibles a perecer por algún problema de inanición o de exposición a cambios climáticos.

4.3.1 Crecimiento y ganancia de peso

La ganancia de peso total así como la diaria varían según la edad y la alimentación, lo que propicia diferentes tipos de crecimiento como los reportados por Perezgrovas (2004):

Crecimiento acelerado: Inicia desde el nacimiento del cordero y termina hacia la décima semana posparto; se caracteriza por un crecimiento acelerado tanto en machos como en hembras. La ganancia de peso alcanza los 540 g por semana, y está asociada al consumo de leche materna con la cual los corderos cubren todos sus requerimientos nutricionales.

Crecimiento moderado: Abarca de la semana 10 a la 20 y se caracteriza por una reducción de la ganancia de peso a sólo 300 g por semana. Esta situación se debe probablemente al efecto combinado de tres factores: la presencia de las primeras parasitosis gastrointestinales, el destete natural de los corderos y

la disminución de los recursos alimenticios naturales debido a la época de sequía.

Crecimiento irregular: Este periodo incluye de la semana 20 en adelante, y se caracteriza porque los corderos tienen una ganancia de peso corporal de apenas 150 g por semana en promedio. Esta disminución puede explicarse por el efecto que ejercen las elevadas cargas de helmintos gastroentéricos y de ectoparásitos, además de que al llegar los corderos a esta etapa de crecimiento la sequía es muy pronunciada y la disponibilidad de forrajes es muy baja, siendo esta la única fuente de nutrientes que tienen.

4.3.2 Producción de lana

La lana que producen los borregos de Chiapas actualmente resulta insuficiente para satisfacer la demanda de la familia Chamula; por ello, las tejedoras indígenas se ven obligadas a comprar materia prima con productoras de otras zonas, con lo cual su situación económica se ve perjudicada. La producción de lana está asociada al efecto de la raza y el aporte de nutrientes que reciben los animales criados en condiciones de subsistencia.

El valor real que tiene el vellón para el indígena es muy alto, ya que a partir de la lana de sus ovejas confecciona su propia vestimenta. En la zona indígena la lana adquiere un mayor precio que el que tiene en el centro del país, sobre todo la de color negro, la cual es paradójico, pues incluso es desechada por la industria textil (Perezgrovas, 2004).

4.3.3 Calidad de lana

Para las pastoras y tejedoras tzotziles, el vellón representa uno de los productos más apreciados de la cría ovina; este se compone de dos capas: 1) la interna que está formada de fibras cortas-finas, y 2) la externa formada por fibras largas-gruesas (Perezgrovas y Castro, 2000).

Los parámetros de evaluación y selección de las características de la calidad, cantidad y color del vellón se basan en criterios empíricos desarrollados por las

pastoras y tejedoras tzotziles con la finalidad de obtener una mejor lana para la confección de sus atuendos tomando en cuenta las dos capas de fibras. De esta manera los buenos vellones, los de calidad, son los que presentan un equilibrio en la proporción y el tamaño de las fibras gruesas y finas, así como una nula o escasa cantidad de fibras cortas-gruesas, llamadas kemp por la industria textil (Perezgrovas *et al.*, 2002).

De acuerdo con lo expuesto por Perezgrovas y Castro (2000), los criterios utilizados por las mujeres indígenas para seleccionar las características de la lana se pueden clasificar en los siguientes:

- Tamaño y cantidad de las fibras largas-gruesas. Este criterio es el que las tejedoras indígenas califican primero, y su importancia radica en que a partir de los vellones en que abundan estas fibras se prepara el hilo grueso que conforma la trama del telar, que resulta en prendas de vestir con apariencia peluda, la cual es muy apreciada.
- Tamaño y cantidad de las fibras cortas-finas. Con los vellones en que predomina este otro tipo de fibra, las mujeres preparan el hilo delgado para la urdimbre del telar de cintura; este hilo da resistencia y durabilidad a las prendas de vestir.
- Proporción de los dos tipos de fibras. El vellón de buena calidad es aquel que presenta un equilibrio en la proporción y tamaño entre ambos tipos de fibras; la mejor lana es aquella cuyas fibras gruesas-largas alcanzan un tamaño de unos 20 cm y las cortas-finas tienen una densidad semejante a las primeras y una longitud que no sobrepasa la mitad de las primeras.
- Baja o nula proporción de fibras kemp. La cantidad excesiva de este tipo de fibra transmite aspereza al tejido ya que estas son rectas, opacas, gruesas e inelásticas, lo que repercute en la clasificación de calidad y en el precio.

- Color y suavidad del vellón. El concepto de color y suavidad ha sido desarrollado por las pastoras en relación con el trabajo que representa la tinción y el consecuente ahorro de leña y agua; por ello se prefiere la lana negra que es más rápida para teñir.
- Tiempo adecuado de corte. El corte de lana se realiza regularmente cada seis meses; sin embargo, es la experiencia de las pastoras en el manejo de la lana lo que les permite establecer con rapidez y precisión el grado de crecimiento que ha alcanzado la fibra en el animal y por lo tanto calcular el momento apropiado para realizar el corte, cuando su desarrollo ha alcanzado el grado óptimo.

4.3.4 Longitud de mecha

Para la estimación de la longitud de la lana, las mujeres se basan en un sistema de cálculo subjetivo a través del empleo de sus dedos como instrumento de medición; utilizan la distancia que hay entre el pulgar y la punta de los dedos índice y medio, y también observan el estado en que se encuentra el vellón, es decir, si ya está listo para el corte o aún le falta. Con esto se ha establecido que la longitud de la mecha es el primer criterio empírico de selección, y que sirve también para determinar la calidad y el precio que tendrán las prendas tejidas (Perezgrovas *et al.*, 2002).

4.3.5 Peso del vellón

El peso del vellón no es un factor determinante para la selección de animales en las comunidades indígenas debido a la falta de instrumentos de medición; sin embargo, el volumen del vellón sí lo es y se usa para escoger a los animales dentro del rebaño ya que es considerado como una estimación del peso del vellón.

Es una herramienta potencial de selección, ya que mientras más lana produzcan los borregos son más apreciados por las pastoras y por ende seleccionados para la reproducción (Perezgrovas, 2004).

4.3.6 Crecimiento de lana

Crecimiento de lana por unidad de superficie ($\text{mg cm}^2 \text{ día}^{-1}$). Este aspecto técnico del vellón es de importancia para los estudios de eficiencia productiva en los animales. A este respecto, Perezgrovas y Castro (2003) mencionan que la edad y el sexo del animal no tienen influencia sobre esta variable, lo que la convierten en una herramienta muy apropiada para la selección del ganado lanar.

La parte media lateral en particular es el sito de muestreo más comúnmente utilizado para las determinaciones de las características del vellón, pues representa el promedio de todo el cuerpo del animal.

La limpieza del vellón es uno de los criterios empleados por las mujeres indígenas de Chiapas para evaluar la calidad del vellón de sus animales, y se asocia con el tiempo y el trabajo que se requieren para lavar los vellones que se encuentran muy sucios o enlodados (Perezgrovas y Castro, 2003).

4.3.7 Rendimiento al lavado

Perezgrovas y Castro (2000) reportan que el rendimiento al lavado de la lana del borrego Chiapas se encuentra con un promedio de 79.8 %. Estos resultados son mayores a los observados en ovejas del centro de México, lo que puede deberse a dos razones: 1) el sistema de manejo y cuidados que se prodigan a cada ovino por las pastoras, donde la limpieza e higiene son básicos, desde el corral que se procura mantener limpio, hasta la práctica de amarrar a los animales durante el pastoreo que minimiza que se ensucien; 2) el clima frío impide que suden como lo harían en otras condiciones.

Para hacer la determinación en laboratorio la técnica a utilizar, como la describe Rojas (2003), consiste en tomar muestras de lana post-trasquila y pesarlas en sucio, remojar por 24 h y hacer un doble enjuague con isopropanol; después se acondicionan por 48 h a 21 °C y 60 % de humedad, para posteriormente tomar el peso en limpio y calcular por diferencia el rendimiento al desengrasado.

4.3.8 Proporción de fibras

Porcentaje de fibras en la mecha. La composición porcentual de los diferentes tipos de fibras sirve para definir el uso del vellón dentro del proceso textil: si abundan las fibras largas-gruesas será una lana de excelente calidad que servirá para elaborar prendas que confieren mayor prestigio social, y que en caso de venderse alcanzan precios más altos.

Porcentaje de fibras kemp. Este parámetro de producción es el menos deseable ya que transmite aspereza al tejido. Estas fibras se caracterizan por ser gruesas, rectas y no afelpantes; su presencia en exceso desmerita la calidad y por lo consiguiente el precio de la lana (Perezgrovas y Castro, 2003).

4.4 Costos de producción

4.4.2 Estudios de caso

Los crecientes incrementos que han tenido los costos de los alimentos comerciales y la inaccesibilidad a ellos por parte de productores de subsistencia, así como el uso óptimo de los recursos locales, ha propiciado el desarrollo de diversos estudios para conocer la rentabilidad al usar alimentos alternos, principalmente leguminosas.

Velazquez (2005) realizó estudios con corderos de la raza Chiapas alimentados con diferentes niveles de vainas de la leguminosa arbórea llamado 'quebracho' (*Acacia milleriana*), en la región de Los Altos de Chiapas; los resultados que obtuvo indican que la utilización de estas vainas no ocasiona trastornos clínicos en la alimentación siendo incluidas hasta en un 40%. Las ganancias de peso fueron mayores en todos los tratamientos comparados con el control. En relación con la ganancia de peso y el análisis de rentabilidad, la mezcla que contenía 10% de inclusión de vainas de quebracho fue óptima y es la que se recomienda utilizar.

5) MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

La investigación se realizó en las instalaciones del Centro Ovino Teopisca, actualmente denominado Centro Universitario de Investigación y Transferencia de Tecnología (CUITT) perteneciente a la Universidad Autónoma de Chiapas. El Centro está ubicado en el municipio de Teopisca en la región montañosa central de Chiapas, al sureste de México, a 16° 32' 24" de latitud Norte y 92° 28' 19" longitud Oeste, a una altitud de 1760 msnm. Presenta una temperatura media anual de 16.6 °C. Esta región presenta un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y sequía en invierno (Gobierno del Estado de Chiapas, 1994).

5.2 Prueba de palatabilidad de vainas de diferentes especies arbóreas tropicales

Se utilizaron 48 corderos de la raza Chiapas, de un año de edad, mantenidos en pastoreo extensivo sobre gramas nativas y con suplementación de rastrojo de maíz molido-pasta de soya, en una mezcla que alcanza 12.5 % de proteína cruda; todos los ovinos recibían un preparado comercial de sales minerales una vez por semana y se desparasitaron mensualmente rotando productos comerciales de amplio espectro (niclofolán, ivermectina y albendazol).

Se utilizaron vainas secas y molidas de nueve leguminosas tropicales, a saber: Barba de Viejo (*Albizia lebeck*), Mezquite (*Prosopis juliflora*), Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Vainillo (*Senna atomaria*), Huizache (*Acacia farnesiana*), Caña fístula (*Cassia fistula*), Caulote (*Guazuma ulmifolia*), Quebracho (*Acacia milleriana*) y Cañadonga (*Cassia grandis*). Todas las vainas se colectaron en plena época de sequía (marzo-abril) en los alrededores del municipio de Tuxtla Gutiérrez; se identificaron y se dejaron secar bajo sombra durante 4 semanas, tras lo cual, se procedió a molerlas en un molino de martillos y una criba con tamaño de partícula de 4 mm. Posteriormente se almacenaron para ofrecerlas a los animales en dos ensayos: a) 100 % de

vainas secas y molidas, y b) mezcla de 50 % de vainas molidas + 50 % de rastrojo de maíz molido.

La prueba consistió en seleccionar al azar grupos de 6 animales, los cuales se introducían a una corraleta en la que se habían colocado las muestras de vainas en palanganas previamente enumeradas y distribuidas en un diseño completamente al azar en el corral. Las palanganas fueron cambiadas de lugar al azar cada vez que ingresaba un nuevo grupo de ovinos (Figura 2).

Los ovinos de cada repetición se identificaban previamente para registrar el comportamiento; cada animal se monitoreaba mediante el registro de las siguientes conductas: 1) se acerca a la palangana, 2) huele el contenido, 3) prueba el alimento, y 4) lo come, según ocurrían en las diferentes palanganas. Los animales eran retirados cuando seleccionaban alguna de las palanganas y se quedaban ahí para comer, o bien cuando dejaban de buscar alimento y se dirigían hacia la salida del corral.

Durante el desarrollo de estos dos ensayos (vainas solas y vainas con rastrojo) fue evidente la preferencia de los animales por las vainas de *Acacia milleriana*, por lo que se decidió retirar esta leguminosa y realizar un tercer ensayo con las ocho especies restantes mezcladas con rastrojo de maíz. Se siguió la misma metodología descrita anteriormente con otro lote de 24 ovinos, y 6 repeticiones.



(a)



(b)

Figura 2. Diagramas de la prueba “de cafetería” con vainas molidas de 9 leguminosas tropicales (a y b).

5.3 Cosecha de vainas de la arbórea en estudio

Derivado de la prueba de palatabilidad y observaciones preliminares de su efecto benéfico en la salud de los corderos enfermos y sobre todo de su rendimiento por árbol se seleccionó para este trabajo la leguminosa *Cassia grandis*.

Las vainas se cosecharon en predios rurales y urbanos de la región de los Valles Centrales, específicamente en los municipios de Tecpatán, San Fernando, Berriozábal, Chiapa de Corzo y Tuxtla Gutiérrez. Las vainas se cortaron de los arboles con ayuda de escaleras y una pértiga telescópica provista de una cuchilla de hoja curva y pinzas de podar para cortar de las ramas más bajas. En un estudio paralelo a éste se registró que los árboles tenían entre 14 y 18 años de edad, con una altura de 6 a 24 m, producen de 480 a 1226 vainas por árbol y cada una de éstas pesaba entre 140 y 489 g (Velasco *et al.*, 2008). Las vainas se transportaron en costales al Centro Ovino Teopisca, en donde se dejaron secar bajo techo para luego triturarlas con un molino de martillos y una criba de 4 mm.

5.4 Prueba de toxicidad

Para la prueba de desafío (también llamada ‘de toxicidad’) se seleccionaron 4 ovejas de desecho de las razas locales de ganado lanar de Chiapas. Cada una de las cuales permaneció en una corraleta techada de 1 x 3 m, provista de una canoa de madera para colocar el suplemento; la corraleta tenía acceso a un patio de asoleadero en el que había agua limpia a discreción. El ensayo se realizó en la época de sequía, por lo que no hubo pastoreo.

Los animales fueron sometidos a un régimen alimenticio en el cual, a la dieta básica de rastrojo de maíz molido junto con algunas mazorcas, se le añadieron en forma gradual cantidades crecientes de vainas molidas de ‘cañadonga’. La

proporción inicial fue de 5 %, y se duplicó esta cantidad cada 3 días hasta alcanzar el 100 % de inclusión a los 18 días de iniciado el ensayo.

Las mezclas se proporcionaron a libre acceso estimando un consumo diario de 350 g en base seca, pero ajustando la cantidad para no tener desperdicios mayores al 10 % según lo descrito por Peralta (2004).

Las raciones para la prueba de desafío se prepararon de manera inicial como se muestra en el Cuadro 1.

La evaluación de toxicidad fue de manera cotidiana a través de indicadores clínicos, además de la valoración del comportamiento habitual correspondiente a esta especie y raza; también se consideraron indicadores alimenticios como el consumo voluntario; el alimento se ofreció a libre acceso a las 9:00 h, previa recolección y pesaje del alimento del día anterior, y se registró el consumo diario.

Cuadro 1. Raciones utilizadas para la prueba de desafío para las 4 ovejas de desecho.

Día	Consumo (kg)	<i>C. grandis</i> (%)	<i>C. grandis</i> (kg)	Rastrojo (kg)
1-3	6.3	5	0.32	5.99
4-6	6.3	10	0.63	5.67
7-9	6.3	20	1.26	5.04
10-12	6.3	40	2.52	3.78
13-15	6.3	80	5.04	1.26
16-18	6.3	100	6.30	0.00

5.5 Ensayo de niveles de inclusión

Se utilizaron 40 corderos de 4 meses de edad, para formar 5 lotes de 8 animales del mismo sexo. La unidad experimental estuvo formada por dos

animales elegidos de manera que el peso total de cada par fuera similar para todas las unidades experimentales. El número de repeticiones fue cuatro. Cada uno de los lotes fue asignado al azar a los siguientes niveles de inclusión de vainas secas y molidas de *Cassia grandis*: T1 (testigo) 100 % dieta base, T2 dieta base + 5 % de *Cassia grandis*, T3 dieta base + 10 % de *Cassia grandis*, T4 dieta base + 20 % de *Cassia grandis*, T5 dieta base + 40 % de *Cassia grandis*. El diseño experimental considerado fue el completamente al azar (Figura 3).

Los tratamientos fueron formulados de manera no isoproteínica y de esta manera la ganancia de peso y la retención de grasa pueden ser diferentes para cada uno de los tratamientos, como lo reporta Di Marco (1994).

La dieta base fue preparada de manera convencional en el Centro Ovino Teopisca, y consistió en una proporción de 79.5 % de rastrojo con maíz molido, 13 % de pasta de soya, 5 % de salvado y 2.5 % de sales minerales, posteriormente se incorporó la cañadonga, pesando la proporción correspondiente a cada uno de los tratamientos.

Se preparó alimento cada dos semanas, y se tomaron submuestras de cada uno de los tratamientos para formar una muestra compuesta, a la que se le hizo un análisis bromatológico (cenizas, proteína cruda, fibra cruda, extracto etéreo, calorimetría [contenido calórico]) y taninos condensados en laboratorios del ECOSUR unidad San Cristóbal, acreditados mediante los métodos de la AOAC en el caso del análisis químico proximal, método de la bomba de oxígeno para determinación de contenido calórico (calorimetría) y el método de la Vainillina para los taninos.



(a)



(b)



(c)

Figura 3. Preparación y asignación del alimento con diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga”, para cada uno de los tratamientos (a y b). Consumo de los ovinos sometidos al experimento (c).

5.6 Efecto en el crecimiento de corderos

En los animales experimentales se evaluaron las siguientes variables de consumo voluntario, ganancia de peso y ganancia de peso corporal total mediante los procedimientos que se describen a continuación.

5.6.1 Consumo voluntario

Los corderos fueron alimentados a las 8:00 a.m. previa recolección del rechazo del día anterior, con una ración inicial de 600 g como lo describe la metodología usada por Velazquez (2005), se permitió un rechazo de 10 % conforme a lo descrito por Peralta *et al.* (2004). El periodo experimental fue de 146 días a partir del destete de los corderos (27 de febrero), que iniciaron con un periodo de adaptación de 7 días; el experimento comenzó el 4 de marzo y culminó la última semana de julio 2008.

La alimentación habitual de los animales dentro del Centro Ovino Teopisca se basa en pastoreo extensivo diurno (8 h diarias) en potreros cercados cubiertos con 21 especies de vegetación nativa. Sin embargo, debido a que el ensayo se llevó a cabo en la época de sequía y el consumo de materia seca sería mínimo, se decidió que los animales permanecieran dentro de sus corraletas a lo largo del ensayo y que toda la alimentación fuera proporcionada en las canoas.

5.6.2 Ganancia de peso y ganancia de peso corporal total

Se hizo un seguimiento del crecimiento de cada uno de los corderos y por lote, considerando la ganancia de peso medida y registrada cada 15 días, a partir de lo cual se calculó la ganancia de peso corporal total a los 146 días.

Los animales se pesaron cada 15 días, y fueron desparasitados cada mes haciendo una rotación de productos comerciales de amplio espectro (niclofolán, ivermectina y albendazol). Ésta es una práctica habitual en el Centro Ovino Teopisca.

5.7 Efecto en la producción y calidad de lana

Se evaluaron los indicadores productivos siguientes: El peso del vellón sucio a la trasquila semestral, el rendimiento al desengrasado alcohólico y el crecimiento diario de lana por unidad de superficie (eficiencia).

5.7.1 Peso del vellón sucio a la trasquila

Esta información se determinó mediante la trasquila realizada durante la primera semana de mayo, utilizando máquinas eléctricas con el apoyo de operadores especializados del Centro Ovino Teopisca. El peso del vellón sucio se registró *in situ* con una báscula analógica.

5.7.2 Crecimiento por unidad de superficie

El crecimiento de lana por unidad de superficie se determinó en dos periodos: el primero 6 semanas después de la trasquila y el segundo 7 semanas después de la primera medición. Las muestras se obtuvieron mediante la esquila con una máquina eléctrica en una superficie de 100 cm² en la parte media lateral derecha del animal, según lo descrito por Perezgrovas *et al.* (1997). Las muestras se depositaron en bolsas de papel previamente identificadas y se almacenaron hasta su procesamiento con las técnicas estandarizadas en el Laboratorio de Calidad de Lana del Instituto de Estudios Indígenas de la Universidad Autónoma de Chiapas.

5.7.3 Rendimiento al desengrasado alcohólico

Para determinar el rendimiento al desengrasado alcohólico se determinó el peso de la muestra en sucio con una báscula digital de precisión y luego se dejó remojar la muestra de lana en alcohol isopropílico por 24 h; al día siguiente se sometió a doble enjuague con isopropanol y se dejó secar a temperatura ambiente por 24 horas. Las muestras secas se acondicionaron por 48 h a 21 °C y 60 % de humedad relativa, y después de obtener el peso en limpio se calculó por diferencia el rendimiento al desengrasado (Rojas, 2003).

Los registros del peso limpio y acondicionado se utilizaron para calcular la eficiencia en el desarrollo de la lana, para lo cual se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Eficiencia} = \text{peso limpio (mg)} \div \text{área de esquila (cm}^2\text{)} \div \text{días desde la trasquila}$$

5.8 Efecto en la calidad de lana

Al momento de la trasquila (efectuada al final del periodo de 80 días de evaluación) se realizó una sesión inter-étnica en la cual grupos de mujeres de diferentes comunidades indígenas llevaron a cabo un ejercicio ya estandarizado de calificación de la calidad de los vellones en los animales experimentales. A través de este ejercicio de investigación participativa, las mujeres valoraron subjetivamente el volumen del vellón cuando los animales se encontraban libres en los corrales. Posteriormente las mujeres fueron escogiendo uno a uno a los animales dentro del grupo e hicieron una inspección cercana y una revisión táctil de la lana en diferentes regiones del cuerpo.

5.8.1 Calidad de lana mediante la evaluación tradicional

Las pastoras establecieron la longitud de la mecha mediante un sistema empírico basado en las distancias que pueden estimar con sus dedos dispuestos en forma paralela, de uno a cuatro, y las que pueden estimar con las distancias entre la punta del pulgar y la segunda articulación del dedo índice (el ‘geme’) o la punta del índice, o la punta del dedo medio. Este sistema empírico ha sido validado por el personal del Instituto de Estudios Indígenas de la UNACH (Perezgrovas, 2005).

Tras la evaluación de la longitud de la mecha, que es el primer criterio de calidad para las pastoras y las artesanas indígenas, ellas determinaron la “aptitud textil del vellón”, estimando la cantidad de fibras largas-gruesas dentro del mismo, lo cual constituye su segundo criterio de calidad. Según las mujeres,

un vellón de calidad será destinado al hilo de trama, mientras que un vellón ordinario será utilizado para hilar la urdimbre.

5.8.2 Evaluación de la proporción relativa y longitud de mecha

Tanto la determinación del largo de la mecha como de la cantidad de fibras largas-gruesas fueron realizadas objetivamente en el laboratorio, para lo cual se tomó una muestra de mecha de lana de la parte media lateral del lado izquierdo. La muestra se separó por el tipo de fibras y se midió la longitud de cada uno con una regla. Luego, en una sub-muestra de alrededor de 500 fibras se procedió a realizar el conteo de las fibras de cada uno de los diferentes tipos: largas-gruesas, cortas-finas y kemp, utilizando una lente de aumento con iluminación.

5.9 Diseño y modelo del experimento

Para el análisis de la información se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, ajustándose al siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + C_j + T_{cij} + E_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} = Valor de la variable de respuesta con respecto a la porción de vainas de *Cassia grandis* ofrecida, ganancia de peso, longitud de lana y calidad de lana en la i-ésima asignación de vainas y el j-ésimo sexo del cordero

μ = Media poblacional

T_i = Efecto del i-ésimo nivel de asignación de vainas de *Cassia grandis* ($i = 0, 5, 10, 20$ y 40%)

C_j = Efecto del j-ésimo sexo del cordero

T_{cij} = Efecto de la interacción del i-ésimo nivel de asignación del forraje con el j-ésimo sexo del cordero

E_{ijk} = Error experimental

5.10 Relación beneficio/costo

Para determinar la relación beneficio/costo sobre el uso de las vainas molidas de la leguminosa *Cassia grandis* se obtuvo la suma de los beneficios obtenidos por venta de lana (el precio promedio al que se comercializa a granel en el mercado regional es de \$250.00 el kg) y de los borregos en pie (\$14.00 el kg, precio promedio en el mercado regional).

Para hacer los cálculos se llevaron registros detallados en cuanto a los costos ocasionados por cada uno de los diferentes insumos. El costo de colecta y acarreo de las vainas de *Cassia grandis* fue de \$1.50 por kilogramo; para efectos metodológicos y de cálculo se asignó al rastrojo de maíz un costo de \$1.00 por kilo a pesar de ser producido en el mismo Centro Ovino Teopisca. El valor de los medicamentos, instalaciones y mano de obra asociados al manejo de los animales se asumió como costo fijo.

Se comparó entre si el costo del uso de *Cassia grandis* en dietas para ovinos y se utilizó este criterio como complemento para identificar la dosis de inclusión de *Cassia grandis* más eficiente.

5.11 Análisis estadístico

En cada uno de los ensayos experimentales se realizaron análisis de varianza para investigar la existencia de diferencias significativas entre los efectos de los tratamientos para cada una de las variables, y se utilizó la prueba de Tukey para contrastar las medias. De igual manera se utilizaron hojas de cálculo y el paquete Minitab para Windows versión 3.1.

Se hizo análisis de correlación para medir cada par de las variables correspondientes a la prueba de inclusión de vainas, calidad de lana y análisis de rentabilidad. Con los resultados se estructuraron Cuadros y Figuras que permitieron mostrar de manera más clara las diferencias entre los efectos de los tratamientos.

6) RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Prueba de palatabilidad

Los resultados mostraron que en cuanto al comportamiento de los animales de “acercarse” a las palanganas, no hubo diferencias entre los 9 tipos de vainas; en el caso de “olerlas” la preferencia fue igualmente homogénea. Sin embargo, para el comportamiento de ‘probarlas’ hubo una diferencia significativa entre el consumo de *Acacia milleriana* y el resto de las vainas (Cuadro 2).

Cuadro 2. Frecuencia acumulada de ovinos ‘probando’ las vainas de diferentes especies arbóreas tropicales solas y mezcladas con rastrojo de maíz.

Leguminosa	Frecuencia de animales probando
<i>Acacia milleriana</i>	44
<i>Albizia lebbbeck</i>	13
<i>Cassia fistula</i>	13
<i>Acacia farnesiana</i>	9
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	9
<i>Guazuma ulmifolia</i>	9
<i>Senna atomaria</i>	7
<i>Cassia grandis</i>	6
<i>Prosopis juliflora</i>	5

* Promedio de la frecuencia de ovinos probando las especies forrajeras solas y mezcladas

Para el caso del comportamiento de los animales de “comer”, de nueva cuenta existió una diferencia significativa entre las vainas de *Acacia milleriana* y el resto de especies; fue con motivo de esta preferencia que se decidió quitar

estas vainas y evaluar las otras ocho en el tercer ensayo, tal como se describió en el capítulo de metodología.

A partir de los resultados obtenidos en los tres ensayos (vainas solas, vainas con rastrojo, y exclusión de *Acacia milleriana*), se pudieron formar tres grandes grupos de preferencia (Figura 4). En el primero se incluyó a las vainas más buscadas y consumidas, que fueron: Quebracho (*Acacia milleriana*), Barbas de Viejo (*Albizia lebbbeck*) y Caña fístula (*Cassia fistula*); en el segundo grupo se ubicaron las vainas de Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Caulote (*Guazuma ulmifolia*) y Vainillo (*Senna atomaria*), y en el tercer grupo de menor predilección se agruparon las vainas de Huizache (*Acacia farnesiana*), Cañadonga (*Cassia grandis*) y Mezquite (*Prosopis juliflora*).

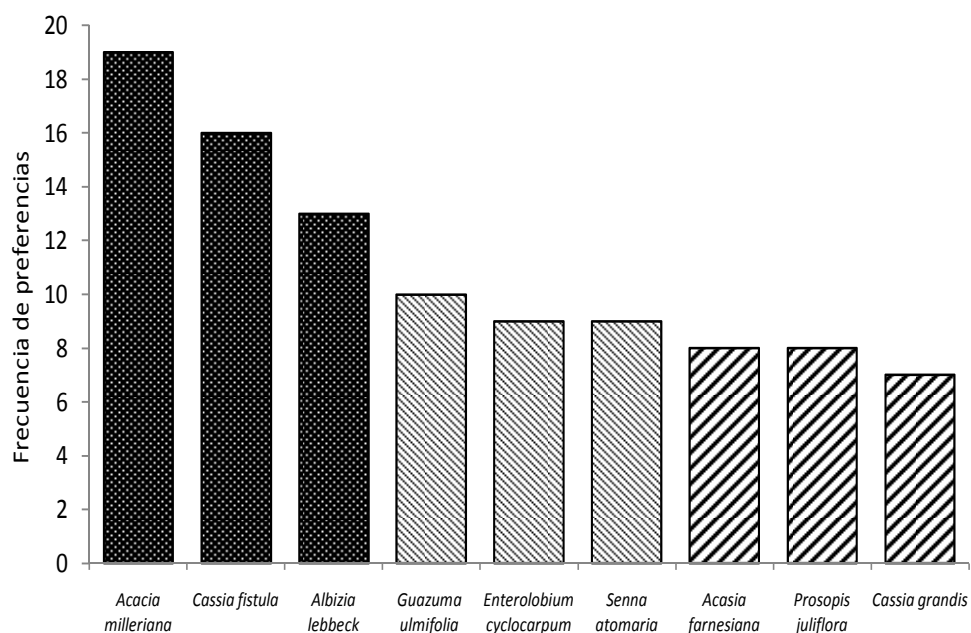


Figura 4. Grupos de preferencia de consumo de los ovinos por vainas solas o mezcladas con rastrojo de maíz.

La separación de los sustratos en tres grupos de preferencia es una metodología que ha sido utilizada con éxito por otros investigadores en nutrición animal. Así, Palma y Román (2002) llevaron a cabo una prueba de cafetería

para medir la selectividad (número de veces que consumieron el alimento) por 5 ovinos de pelo (20 ± 3 kg) para harinas de frutos de cinco especies arbóreas (*Ziziphus mexicana*, *Caesalpinia coriaria*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia pennatula* y *Senna atomaria*), en la que proporcionaron 200 g de cada una de las especies y midiendo su consumo en base fresca (g MS día^{-1}) y la preferencia por cada una de ellas. Los resultados mostraron que la separación en tres grupos de preferencia es una práctica que permite hacer una síntesis adecuada de la información, puesto que se pueden estructurar los grupos de conformidad con distintas variables, como por ejemplo por preferencia y por consumo; en dicho estudio en particular, un primer grupo de mayor preferencia consumió la harina molida de *Senna atomaria*, en el segundo grupo se encontraron *Guazuma ulmifolia* y *Acacia pennatula*, y con menor preferencia reportaron a *Ziziphus mexicana* y *Caesalpinia coriaria*. Los grupos fueron distintos cuando se trató de la variable de consumo, lo cual es indicativo de la utilidad de esta práctica.

Así mismo se relacionó la menor preferencia por el tercer grupo, con el contenido de factores antinutricionales, ya que reportaron hasta un 40% de ellos en los frutos de *Caesalpinia coriaria*, por lo que se asumió que dichas sustancias produjeron un efecto astringente en los rumiantes, que disminuyeron en su consumo de manera significativa. Para el caso de *Ziziphus mexicana*, se indicó que la posible presencia de saponinas provocó su baja aceptación dado que esta especie es reconocida como sustituto del jabón en el medio rural. Los autores establecieron cuáles especies son las de mayor aceptación por los ovinos, pero resulta interesante corroborar la utilidad de la formación de grupos, cuando se trabaja con pruebas de cafetería. De igual modo, se resaltó la conclusión que es necesario un periodo de adaptación de los animales cuando se evalúa el consumo de forrajes.

En el caso del presente estudio, las agrupaciones se hicieron de manera simple en función de la frecuencia en que los animales probaron y consumieron las diferentes vainas; sin embargo, se observó que la formación de los grupos no parece estar asociada a la cantidad de taninos condensados encontrados en las

9 vainas forrajeras, que variaron ampliamente, como puede apreciarse en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis bromatológico de las vainas forrajeras molidas de nueve especies.

Especie	Proteína cruda (%)	Energía bruta (Kilocalorías g⁻¹)	Taninos cond. (mg g⁻¹)
<i>Senna atomaria</i>	9.82	4.55	0.10
<i>Guazuma ulmifolia</i>	6.86	5.03	0.29
<i>Prosopis juliflora</i>	13.48	4.68	0.47
<i>Albizia lebbeck</i>	16.98	4.78	0.74
<i>Acacia farnesiana</i>	15.73	4.52	4.32
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	18.52	4.76	5.04
<i>Cassia grandis</i>	8.27	4.60	16.24
<i>Acacia milleriana</i>	10.33	4.11	16.42
<i>Cassia fistula</i>	7.99	4.77	27.39

Por su parte, Mejía y Vargas (2003) realizaron en una zona tropical de Colombia el análisis de selectividad o preferencia alimenticia que tienen las ovejas de pelo por el forraje verde de las 4 especies siguientes: *Sacharum officinarum*, *Trichanthera gigantea*, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* junto con bloques de melaza-urea y pollinaza; el follaje de la última especie (*Gliricidia sepium*) fue el que tuvo mayor preferencia. Los autores indicaron que en estudios previos, el consumo de esta leguminosa no fue el de mayor preferencia y atribuyendo este resultado a la utilización de diferentes ecotipos de la planta y/o al efecto del suelo y medio ambiente sobre las plantas o el grado de acostumbamiento de los animales. Se podrá entonces establecer que

también, en el caso de forrajes arbóreos, las ovejas requieren tiempo para adaptarse al consumo de cualquier nueva especie, antes de poder alcanzar niveles apreciables de consumo.

Esta premisa no fue cumplida en el presente ensayo de palatabilidad, dado que las diferentes vainas fueron ofrecidas sin mediar un periodo de adaptación, si bien se asume que los resultados son igualmente confiables debido a que se realizaron suficientes repeticiones para validarlos. Además, debe tenerse en mente que no se evaluaron forrajes verdes y succulentos, como en los estudios anteriores en Colima o en Colombia, sino vainas secas y molidas, durante una temporada en que no hay material vegetal en los potreros, por lo que las preferencias sobre ciertas vainas se asocian de manera directa con su palatabilidad.

En una prueba de cafetería llevada a cabo en Perú por Salas *et al.* (2001), para determinar la preferencia y el consumo de ovinos de pelo (Pelibuey) y lana (Merino), y su relación con las características físicas de los bloques multinutricionales, se dio un periodo de adaptación de dos semanas para que los animales pudieran acostumbrarse a algunos ingredientes y a la consistencia de los bloques. Según los autores de ese ensayo, está demostrado que los animales necesitan tiempo para cambiar los patrones de consumo de los alimentos a los cuales están acostumbrados. Al respecto se ha indicado que los ovinos realizan este cambio paulatinamente debido a que son neofóbicos por naturaleza (Chapple, 1985); esta razón fue por la que en el presente ensayo, primero se evaluaron mezclas de las diferentes vainas con rastrojo de maíz, puesto que este es el suplemento que se proporciona de manera rutinaria a los animales durante la época de sequía, que fue cuando se realizaron los ensayos de preferencia. Por otra parte, el hecho de que los resultados obtenidos con las vainas solas y con las vainas mezcladas con rastrojo fueron siempre similares, indica que ambos ensayos mostraron resultados confiables sobre la palatabilidad del material ofrecido.

Otro dato importante que se deduce del trabajo de Salas *et al.* (2001) es el hecho de que los ovinos de pelo siempre mostraron consumos significativamente superiores (30 %) que los de lana y también un mayor tiempo dedicado al consumo, incluso después de los periodos de acostumbramiento. Esta situación podría haber incidido en el presente ensayo de preferencia en el que únicamente se utilizaron ovejas productoras de lana, si bien al no haberse involucrado otras razas los resultados vuelven a ser representativos de los hábitos de consumo del borrego Chiapas.

Una variante poco estudiada sobre la palatabilidad se realizó en Cuba (Mazorra *et al.*, 2002), en un ensayo en el que se evaluó la preferencia que tienen los ovinos de pelo por diferentes leguminosas directamente durante el tiempo de pastoreo. Los autores encontraron que los valores de preferencias mantuvieron variaciones en las distintas semanas en que se realizaron las pruebas, lo que asociaron a que los animales seleccionan no sólo las plantas (leguminosas más que las gramíneas), sino las partes más nutritivas de ellas (las hojas más que los tallos), lo cual se va modificando conforme los ovinos pasan más tiempo en los potreros. Esta situación sugiere que las pruebas de cafetería deberían repetirse en diferentes momentos, lo cual a futuro podría realizarse en esta área con base en los resultados de preferencia aquí reportados.

La utilización de follaje de arboles como fuente de proteína alternativa no sólo está restringida para rumiantes; a partir de esta premisa, Nieves *et al.* (2004) realizaron una prueba de cafetería para conocer la aceptabilidad de dietas con niveles crecientes (0, 10, 20 y 30 %) de follaje de morera (*Morus alba*), secada al sol y molida; la dieta base consistía en alimento concentrado en forma de harina, en conejos destetados, teniendo como resultados que en el consumo voluntario no hubo diferencias significativas, demostrándose que estos roedores aceptan niveles elevados de morera en su dieta; los intentos de consumo sí fueron significativamente distintos, siendo mayor en el tratamiento sin morera. La falta de asociación entre ambas variables permite deducir que el consumo de las dietas representa mayor exactitud para este tipo de investigación ya que

es un instrumento de medida preciso, mientras que el número de intentos de consumo es un valor subjetivo.

Durante la prueba de cafetería conducida no se evaluó el consumo voluntario por cordero debido a que se trataba de una prueba preliminar al presente estudio, por ello los animales se retiraban y se procedía a evaluar al siguiente grupo. No obstante se considera que la validez de la prueba no es cuestionable, ya que se daba un periodo de tiempo suficiente que demostrara que los animales preferían el consumo de ciertas vainas sobre las otras.

Para validar la utilización de la prueba de cafetería como una metodología confiable y aceptada para medir la preferencia de recursos alternativos en la alimentación de animales, Rangel *et al.* (2001) efectuaron estudios en Venezuela para comparar la prueba de cafetería con un diseño en bloques al azar contra pruebas de consumo con un diseño en cuadrado latino para medir la aceptabilidad de 7 diferentes recursos alimenticios: batata (*Ipomoea batata*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), morera (*Morus alba*), ramio (*Boehmeria nivea*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), yuca (*Manihot esculenta*) y matarratón (*Gliricidia sepium*) en forma de harina (deshidratado y molido) mezclada con 70 % de alimento balanceado para cerdos. Para la prueba de cafetería los recursos que eran consumidos en primer lugar se retiraban, después los de segundo lugar y así sucesivamente hasta concluir el periodo experimental. Durante la prueba de consumo se les ofrecían las especies antes descritas en forma de harina, en las mismas proporciones de alimento balanceado y forraje evaluadas; los rechazos eran recolectados pesados. Los resultados indicaron que al acabarse los recursos con mayor aceptabilidad (batata y yuca), y no tener alternativas, los animales comienzan a visitar frecuentemente aquellos con menor aceptabilidad (morera, Leucaena y nacedero), incluso algunos como el matarratón, no fueron aceptados, lo cual se asoció con la cantidad de compuestos secundarios que contiene. En relación al consumo se observó que todos los forrajes se consumieron igual, exceptuando al matarratón, y las diferencias fueron significativas, el que fue consumido en

menor cantidad; los autores concluyeron que el método adecuado para medir la aceptabilidad es la prueba de cafetería, ya que arroja valores de mayor confiabilidad al medir consumo y selección por parte del animal, ya que toma en cuenta la participación de un grupo de animales y al mismo tiempo, permite la selección por parte del animal de varios tipos de alimento y los periodos de evaluación son cortos. Sin embargo, para evaluar la aceptación y rechazo de un solo cultivo a niveles máximos de incorporación es mejor usar la prueba de consumo en cuadrado latino, ya que utiliza un menor número de animales y es de fácil empleo. Lo anteriormente mencionado valida la utilización de la prueba de cafetería durante el presente estudio, para medir la selección de varios tipos de vainas forrajeras por parte de los ovinos, así como también la subsiguiente utilización de la prueba de toxicidad para evaluar los efectos de un grado máximo de aceptación e intoxicación de los corderos al utilizar las vainas de “Cañadonga” (*Cassia grandis*) para su alimentación.

La prueba de cafetería es una buena técnica para medir la aceptabilidad de diferentes fuentes de alimentación, nutrientes o subproductos; sin embargo, las variantes que se incluyan en cada experimento dependen de su disponibilidad, las condiciones físicas del recurso a evaluar, el manejo de los animales, y el uso de un periodo de adaptación.

El que los animales hayan sido sometidos a un periodo de adaptación a cada uno de los forrajes ofrecidos afecta los resultados en la prueba de cafetería; de igual manera un forraje que no haya sido de los más aceptados durante esta prueba puede cambiar posteriormente su aceptabilidad habiendo sometido a los animales a un periodo de adaptación.

La aceptabilidad de los animales hacia los forrajes depende de varios factores; uno de ellos es el contenido de agentes antinutricionales por su efecto astringente. En el caso de algunas vainas de gran tamaño, como por ejemplo *Cassia grandis*, la mayor proporción de cáscara (y por ende mayor cantidad de fibra) comparada con la pulpa o el fruto (con alto contenido de carbohidratos y azúcares en el mucílago), posiblemente sea un factor que ayuda a explicar su

baja palatabilidad comparada con el resto de las vainas bajo las condiciones del presente ensayo. En contraparte, el uso de las vainas de cañadonga representa una buena opción por el menor costo de colecta, que deriva del número de vainas por árbol y a que su gran tamaño facilita su recolección, manejo en el traslado, y su procesamiento como ingrediente en mezclas nutrimentales.

Los ovinos presentan una alta variabilidad en el consumo, situación que expresa la individualidad de cada uno; además, los borregos son por naturaleza animales neofóbicos a los alimentos (rechazo por parte del animal hacia un alimento nuevo), y necesitan un cierto periodo de tiempo para adaptar el consumo a los cambios en la dieta. No obstante esta situación, el desarrollo de la prueba de cafetería se considera adecuado y los resultados obtenidos proporcionan información valiosa dentro de la evaluación integral de la utilización de recursos alimenticios no convencionales.

6.2 Prueba de toxicidad

Los resultados durante la prueba de desafío muestran que no hubo diferencias significativas en cuanto al consumo de las cantidades progresivas (5, 10, 20, 40, 60 y 100%) de vainas molidas de *Cassia grandis* para las ovejas sometidas a esta prueba (Figura 5).

El consumo voluntario se incrementó de manera gradual hasta el momento en que se suministró a los animales el 100 % de vainas molidas de *Cassia grandis*, cuando se registró una disminución de 82.22 % en el consumo (de 900 g bajó a 160 g de alimento consumido por oveja). Las ovejas no mostraron signos clínicos de intoxicación y su comportamiento fue el normal para la especie. A partir de que se ofreció a los animales una dieta con el 100 % de vainas, no se observó una tendencia clara para establecer que después de cierto periodo de adaptación, las ovejas pudieran alcanzar los niveles de consumo registrados con las proporciones iniciales de 'cañadonga' por día.

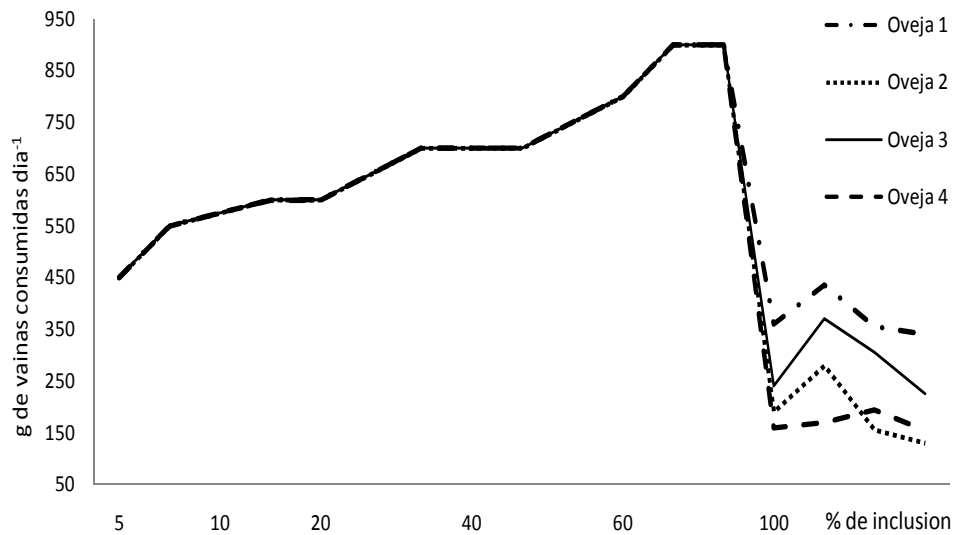


Figura 5. Línea de consumo voluntario de ovejas durante la prueba de cafetería al alimentarlas con vainas molidas de “Cañadonga” (*Cassia grandis*).

Estudios realizados por Hervás (2001) sobre el efecto de los taninos condensados provenientes de diferentes dosis de ‘quebracho’ (*A. milleriana*) (0, 0.5, 1.5 y 3 g/kg de PV diariamente) en la nutrición de ovejas para evaluar su posible efecto tóxico, demostraron que la dosis de 3 g de quebracho/kg PV redujo rápidamente el consumo voluntario a partir del sexto día de su administración vía ruminal, lo cual se asoció con la pérdida de peso vivo. La consistencia de las heces cambió, de duras a pastosas y después evolucionaron hacia diarrea, mientras que en las ovejas sometidas a dosis de 0.5 y 1.5 g de quebracho/kg de PV, no se observó ningún signo clínico de intoxicación, sólo que las heces estaban cubiertas de abundante moco.

En el presente estudio se encontraron resultados similares a los consignados por Hervás (2001), ya que en el nivel de inclusión del 100 % de vainas molidas de *Cassia grandis* se redujo de manera vertiginosa el consumo voluntario hasta en más de un 80 %. De igual forma, cuando las ovejas recibieron el 100 % de

vainas de *Cassia grandis* ocurrió un cambio en la consistencia de las heces, las cuales se volvieron más pastosas y se tornaron a color marrón oscuro similar al color de las vainas molidas. Sin embargo, los animales no presentaron diarrea ni moco como se mencionó al consumir quebracho.

Ramos *et al.* (1998) habían establecido ya el posible mecanismo fisiopatológico, mencionando que la interacción de taninos condensados con las proteínas reduce el aprovechamiento de la proteína por los animales, disminuye la digestibilidad de la materia orgánica, afecta los receptores gustativos, lo que provoca sensación de astringencia (característica de los taninos) y consecuentemente baja la palatabilidad de las plantas que contienen cantidades importantes de estos agentes antinutricionales.

En el presente estudio se asume que la digestibilidad de la materia orgánica por las ovejas se vio afectada al consumir el 100 % de vainas, ya que la consistencia de las heces fue modificada aún en la inspección simple dentro de los corrales. La baja palatabilidad que se observó en la dosis más alta es posible que se deba a la sensación que provocan los taninos sobre el animal, ya que se asocia el sabor del alimento a consecuencias negativas en su consumo, pudiendo crearse una aversión condicionada, a corto o largo plazo, hacia el consumo de cierto alimento (Provenza *et al.*, 1995).

6.3 Niveles de inclusión

Los resultados obtenidos para cada una de las variables evaluadas se describen a continuación.

6.3.1 Consumo voluntario

El consumo voluntario de los borregos en cada uno de los tratamientos con inclusión de vainas molidas de la “Cañadonga” (*C. grandis*), con mediciones semanales durante el periodo de evaluación de 146 días que se condujo el experimento por unidad experimental, se muestra en la Figura 6. Se observa que los corderos del T₁ (0 % de inclusión) mostraron un mayor consumo a partir

de la semana 15 (1178 g) y hasta el final del experimento. Los corderos con 10 % de inclusión (T_3) consumieron una cantidad menor de alimento a partir de la semana 2 (762 g) y hasta la semana 15 (1057 g), siendo desde este momento similar al de los demás tratamientos.

No se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en el consumo voluntario de los corderos entre en ninguno de los tratamientos. Estos resultados comprueban lo encontrado durante la prueba de toxicidad, donde se demostró que hasta un 40 % de inclusión de vainas molidas de *Cassia grandis* en la dieta de corderos, no se afecta el consumo alimenticio de ninguna manera.

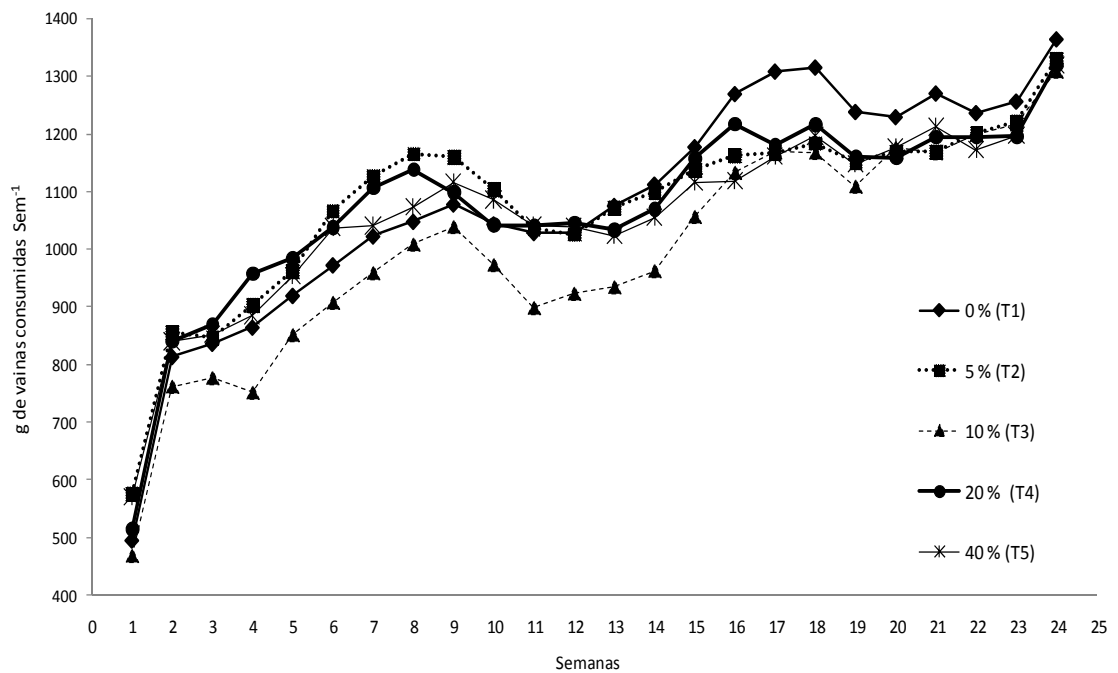


Figura 6. Consumo voluntario de ovinos alimentados por unidad experimental para cada tratamiento con diferentes porcentajes de inclusión de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Araujo-Febres (2005), en su trabajo realizado con bovinos en pastoreo y en condiciones tropicales de la región de Zulia, Venezuela, describe los diversos factores que afectan el consumo voluntario, analizando principalmente cómo las características del alimento (composición química y forma física) modifican la

conducta alimenticia; por ejemplo, el consumo voluntario normalmente se ve disminuido con dietas de baja concentración proteínica, ya que bajos niveles de Nitrógeno limitan la fermentación ruminal y la velocidad de pasaje de las ingestas.

Los resultados encontrados durante el presente ensayo difieren de lo obtenido por Araujo-Febres (2005), ya que el mayor consumo alimenticio se registró para el tratamiento con 0 % de inclusión de vainas de *Cassia grandis* siendo el contenido proteínico de 9.02 %, mientras que el menor consumo se registro para el tratamiento con 10% de inclusión, cuyo contenido de proteína cruda fue de 11.10 %.

Los factores ambientales como la temperatura y la humedad tienen un efecto sobre el consumo, así como también la disponibilidad de agua, ya que los animales son más sensibles a la falta de agua que a la falta de alimentos. Hay un apetito específico por el agua y se asume que el animal consume la cantidad que necesita ya que está relacionada al crecimiento, producción de leche, excreción de sales en la orina y la temperatura ambiental que deba soportar (Araujo-Febres, 2005).

En la Figura 4 se observan principalmente dos periodos de altibajos en el consumo voluntario durante el experimento; el primero que fue durante las semanas 10 y 14 se atribuye al estrés al que fueron sometidos los animales durante el periodo de trasquila, y el segundo se debe a que la última parte del experimento transcurrió durante la época de lluvias, provocando que las condiciones climáticas cambiaran, por un lado disminuyendo la temperatura y por otro provocando ruido excesivo por la lluvia que golpeaba sobre la lamina de las instalaciones; esto causó estrés en los animales y por consiguiente una disminución en el consumo voluntario.

6.3.2 Ganancia de peso corporal

En la Figura 7 se muestra la ganancia de peso corporal durante los periodos quincenales para cada tratamiento. El tratamiento con 5 % de inclusión de C.

grandis (T₂) tiende a mostrar mayores ganancias de peso durante todo el periodo experimental y se observa que el peso de los animales empieza a segregarse a partir de la quincena 5, que es el momento de la trasquila

Después de la trasquila se observó una disminución en la ganancia de peso debido al manejo a que se sometieron los animales y a la disminución de peso corporal ocasionada por el retiro de la lana. El periodo de recuperación de peso varió de 1 a 2 quincenas, y el más lento fue el T₅ (40 % de inclusión). La ganancia de peso a los 146 días, por unidad experimental, fue de 15.0 kg para el tratamiento con 40 % de inclusión de vainas hasta 18.4 kg para el T₂ (5 % de vainas de *Cassia grandis*); es decir, no hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para la ganancia de peso en los diferentes niveles de inclusión; sin embargo, se observa una tendencia positiva con el 5 % de inclusión (T₂), y de igual manera el tratamiento con 10 % de inclusión (T₃) muestra una tendencia a una mayor ganancia de peso.

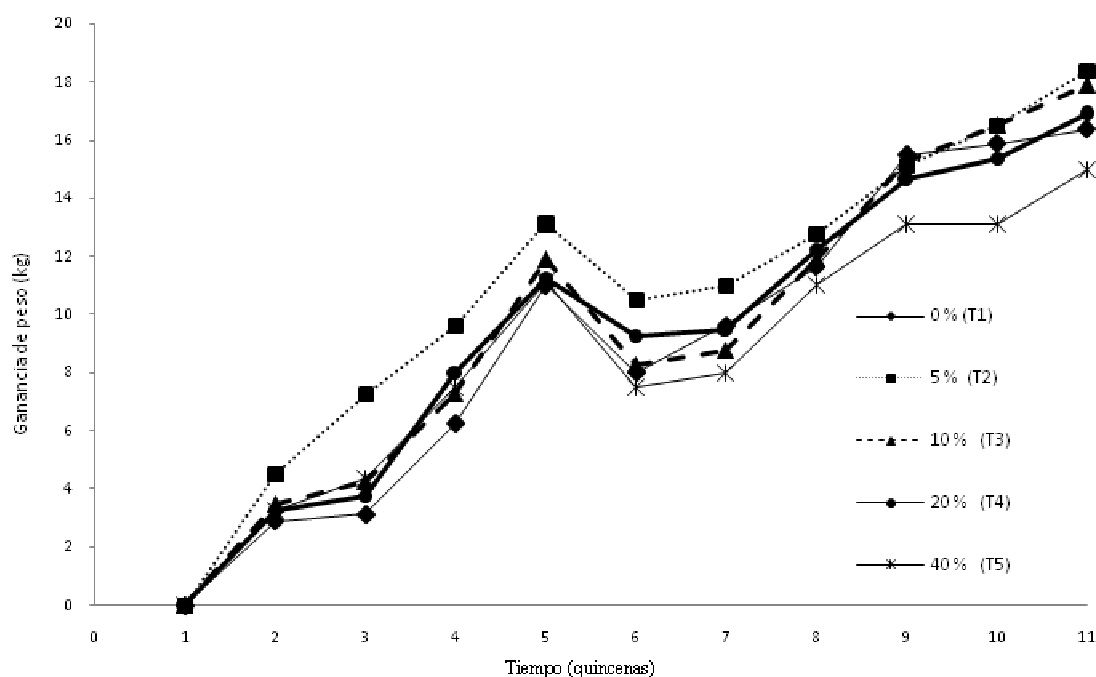


Figura 7. Ganancia de peso corporal durante periodos quincenales de ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas molidas de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Los resultados difieren de los encontrados por Velazquez (2005), quien también utilizó corderos Chiapas en crecimiento durante la época de sequía para evaluar utilizando distintos niveles de inclusión de *Acacia milleriana*, en cuyos ensayos reportó un efecto significativo sobre las características de producción de lana con la inclusión de 10 % de vainas.

Las diferencias encontradas pueden estar asociadas al mayor contenido proteínico de las vainas de *Acacia milleriana* comparadas con las de *Cassia grandis* (12.5 vs. 8.27 % PC).

6.3.3 Ganancia de peso corporal total

En el Cuadro 4 se muestra el peso corporal por unidad experimental de los corderos después de ser sometidos a los diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga” (*C. grandis*). Se observa que el peso corporal por unidad experimental de los corderos que recibieron el 40 % de inclusión de vainas (T₄) mostró una menor ganancia de peso (15.00 ± 2.68 kg); sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en la ganancia de peso corporal total (P≤0.05).

Cuadro 4. Ganancia de peso corporal total en ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Porcentaje de inclusión de <i>Cassia grandis</i>	Ganancia de peso, kg	±	DE*
T ₁ : 0 %	16.38	±	4.77
T ₂ : 5 %	18.38	±	5.89
T ₃ : 10 %	17.88	±	5.81
T ₄ : 20 %	16.88	±	4.64
T ₅ : 40 %	15.00	±	2.68

* DE= Desviación estándar.

Resultados similares reportó Velazquez (2005) en corderos Chiapas en crecimiento puesto que no encontró diferencias en las ganancias total de peso producida al evaluar diferentes niveles de inclusión de *Acacia milleriana* durante 110 días. Sin embargo las ganancias de peso aquí obtenidas fueron mayores puesto que en dicho estudio los pesos fueron de 13.6 ± 2.3 kg para el tratamiento sin inclusión de esta leguminosa forrajera (*Acacia milleriana*) hasta 15.25 ± 2.5 kg para el tratamiento con 10 % de inclusión.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo difieren de los encontrados por Velazquez (2005), siendo mayor la ganancia total de peso; se pueden atribuir estos resultados a que el periodo de ensayo fue ahora más largo, y a las diferencias en el contenido de proteína de cada una de las vainas.

Los pesos finales para los corderos por unidad experimental se muestran en el Cuadro 5, observándose que los corderos pertenecientes al T₅ fueron los que presentaron menor peso al final del periodo experimental (33.5 kg); no hubo diferencias significativas entre cada uno de los tratamientos ($P \leq 0.05$), pero se observó una tendencia a que el 5 % de inclusión dé como respuesta una mayor ganancia de peso.

Cuadro 5. Ganancia de peso corporal final en ovinos alimentados con diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Porcentaje de inclusión de <i>Cassia grandis</i>	Ganancia de peso kg	±	DE*
T ₁ : 0 %	38.5	±	5.79
T ₂ : 5 %	39.5	±	6.88
T ₃ : 10 %	38.5	±	6.34
T ₄ : 20 %	37.1	±	4.85
T ₅ : 40 %	33.5	±	3.03

* DE= Desviación estándar.

6.4 Análisis bromatológico

Los resultados del análisis bromatológico de las vainas molidas de *Cassia grandis* y de cada una de las dietas evaluadas con diferentes niveles de inclusión (T_1 : 0 %, T_2 : 5 %, T_3 : 10 %, T_4 : 20 % y T_5 : 40 %) se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Indicadores nutricionales de cada una de las dietas con diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Indicador/Inclusión	T_1 0 %	T_2 5 %	T_3 10 %	T_4 20 %	T_5 40 %
Cenizas	6.13	6.24	6.56	6.08	5.77
Fibra cruda %	25.44	24.76	26.03	28.36	30.39
Extracto etéreo %	1.62	1.80	1.40	1.88	1.45
Proteína cruda %	9.02	10.08	11.10	9.07	9.79
Carbohidratos disponibles %	57.79	57.12	54.92	54.61	52.60
Taninos condensados mg kg ⁻¹	1.60	2.95	6.55	10.0	21.54
Energía bruta Kcal g ⁻¹	3.70	3.70	3.72	3.85	3.81

T_1 = Tratamiento testigo

T_2 = 5 % de inclusión de vainas de “Cañadonga” (*C. grandis*).

T_3 = 10 % de inclusión de vainas de “Cañadonga” (*C. grandis*).

T_4 = 20 % de inclusión de vainas de “Cañadonga” (*C. grandis*).

T_5 = 40 % de inclusión de vainas de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Aun cuando no se analizaron estadísticamente se destaca que el porcentaje de proteína para la dieta con 10 % de inclusión de “Cañadonga” (11.10 %) fue mayor que el de los otros tratamientos, y así mismo, que todos los tratamientos con inclusión de vainas presentaron un mayor porcentaje de proteína comparado con el testigo (9.02 %). También se observa que la concentración de taninos en las dietas fue aumentando de manera proporcional al porcentaje de inclusión de vainas, de 1.06 mg kg⁻¹ para la dieta testigo con 0 % de

inclusión hasta 21.54 mg kg⁻¹ para la dieta con 40 % de inclusión de esta leguminosa. La cantidad de fibra cruda aumentó de manera proporcional al porcentaje de inclusión de vainas, mientras que la cantidad de carbohidratos solubles disminuyó, esto probablemente se deba a “Cañadonga” (*C. grandis*) tienen una gran proporción de corteza en relación a la pulpa, lo que hace que incremente en las dietas la cantidad de fibra y sea menor la cantidad de carbohidratos disponibles.

La energía calorífica que contienen las dietas fue incrementando conforme aumentó el porcentaje de inclusión de vainas molidas de “Cañadonga” (*C. grandis*), en tanto que la porción de extracto etéreo en las diferentes dietas no muestra alguna tendencia asociada al porcentaje de inclusión de vainas.

Algunos autores han señalado los efectos benéficos de la utilización de forrajes con contenidos moderados de taninos (2 a 4 % de MS), argumentando que éstos pueden proteger la degradación de las proteínas consumidas en el alimento por los microorganismos ruminales y en consecuencia, disminuir la pérdida de proteína de la ingesta, contribuyendo así a una mayor disponibilidad de aminoácidos para el animal (Otero e Hidalgo 2004; Chiquette *et al.*, 1988; Wang *et al.*, 1996).

Otro de los efectos benéficos atribuidos a la utilización de taninos condensados (TC), son las propiedades antiparasitarias; cuando son ingeridos en cantidades moderadas pueden reducir el nivel de parasitosis en borregos, como fue reportado en el ensayo realizado por Athanasiadou *et al.* (2003), en el cual se manifestó una ganancia de peso y de producción de lana. Este efecto de los taninos sobre la producción puede repercutir no sólo en kilos extra de carne, sino en vellones con mayor diámetro y largo de fibra (Otero e Hidalgo 2004).

En el presente ensayo los animales estuvieron sometidos al programa sanitario habitual del Centro Ovino Teopisca, por lo que fueron desparasitados mensualmente con una rotación de productos veterinarios, y podría obviarse el efecto antiparasitario de los taninos; sin embargo, los exámenes

coproparasitoscópicos que se han realizado siempre reportan alguna cantidad de huevecillos de nemátodos y de oquistes de coccidia, por lo que el efecto antiparasitario no debería descartarse de manera absoluta. Éste sería un tema que podría investigarse más a fondo.

Los resultados reportados por diversos autores en cuanto al uso de los taninos condensados son variados y en ocasiones hasta pueden llegar a ser contradictorios, lo cual probablemente se deba a que los valores difieren de manera importante con la técnica de determinación (vainillina, isobutanol, entre los más importantes); sin embargo, se debe tener presente que los taninos pueden ser benéficos o perjudiciales para la nutrición de los rumiantes dependiendo de la concentración de los mismos en el forraje y de su composición química.

6.5 Producción de lana

Los resultados obtenidos para cada una de las variables evaluadas en cuanto a la producción de lana se describen a continuación.

6.5.1 Peso del vellón sucio

Los resultados obtenidos en la producción de lana de corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas de “Cañadonga” (*C. grandis*) se presentan en la Figura 8.

Para el peso del vellón sucio a la trasquila no se registraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), sin embargo se puede apreciar una tendencia hacia mayores ganancias (405 g) en los corderos que recibieron 10 % de inclusión de *Cassia grandis*, mientras que el menor peso del vellón sucio (330 g) correspondió a los corderos alimentados con 20 % de vainas de esta leguminosa.

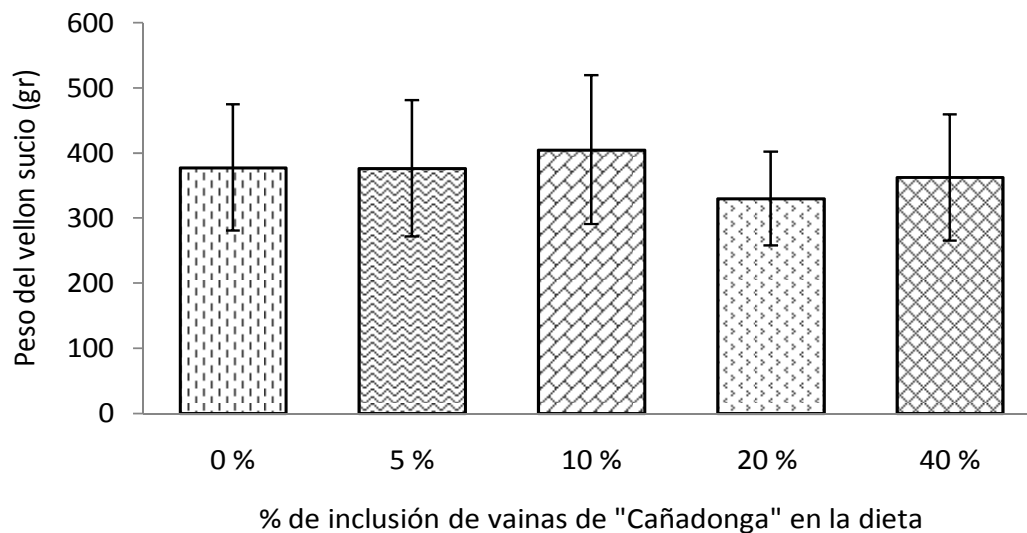


Figura 8. Peso del vellón sucio de ovejas Chiapas que recibieron vainas molidas de “Cañadonga” (*C. grandis*) en diferentes niveles de inclusión.

En un trabajo realizado con borregos Chiapas durante un año, Perezgrovas (2000), encontró que existen diferencias significativas en cuanto a la producción de vellón sucio dependiendo de la época de trasquila; el autor reportó que para la primavera (sequía) la producción es de 400 ± 42 g y para el otoño (que abarca el periodo de lluvias) de 596 ± 86 g. Al respecto, en otro estudio realizado en la región montañosa de Chiapas donde se probaron recursos alimenticios no convencionales con el mismo tipo de ganado lanar (Velazquez, 2005), se reportó que la producción de vellón sucio durante la época de sequía en corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Acacia milleriana* fue de los 337 ± 61 g para el tratamiento con 40 % de inclusión a 388 ± 73 g en los ovinos alimentados con solo 10 % de inclusión de estas vainas.

Los registros de producción de lana obtenidos durante el presente ensayo realizado durante la temporada de sequía, se encuentran dentro de los

parámetros establecidos para esta época por Perezgrovas (2000) y por Velazquez (2005), ya que en ambos casos las evaluaciones también se hicieron durante la época de sequía con ovejas de la raza Chiapas.

La diferencia en cuanto a la cantidad de vellón sucio producido depende de la época de trasquila; es más alta la producción durante el otoño que la de primavera. La influencia estacional también se manifiesta significativamente en otros indicadores productivos, como son el crecimiento de lana por unidad de superficie, la longitud de la mecha y el diámetro de las fibras

6.6 Calidad de lana

La calidad de lana está determinada por una serie de variables que a continuación se enumeraran, indicando los resultados obtenidos durante el periodo de evaluación en corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas de *Cassia grandis*.

6.6.1 Rendimiento al lavado

En el Cuadro 7 se muestra el rendimiento de lana después del lavado en alcohol durante los dos periodos de evaluación, en los cuales no se encontraron ni diferencias significativas ($P \leq 0.05$) ni tendencia hacia alguno de los tratamientos.

Se observa el mayor rendimiento de lana al desengrasado alcohólico durante el segundo periodo de evaluación para el tratamiento con 0 % de inclusión (86.21 %), y el menor rendimiento se aprecia durante el primer periodo para los corderos alimentados con 40 % de vainas (82.15 %).

Cuadro 7. Rendimiento de lana de borregos Chiapas al desengrasado alcohólico.

Porcentaje de inclusión de <i>Cassia grandis</i>	Rendimiento 1 %	± DE*	Rendimiento 2 %	± DE*
T ₁ : 0 %	84.76	± 1.04	86.21	± 2.53
T ₂ : 5 %	82.79	± 6.10	83.38	± 2.01
T ₃ : 10 %	83.30	± 3.58	84.32	± 1.62
T ₄ : 20 %	85.53	± 2.45	83.93	± 1.58
T ₅ : 40 %	82.15	± 1.73	83.88	± 0.50

* DE= Desviación estándar.

Estos resultados son similares a los reportados por Velazquez (2005), quien trabajó con ovinos de la raza Chiapas alimentados con diferentes dosis de vainas de *Acacia milleriana* (0, 10, 20 y 40 %); en ese estudio, el rendimiento al desengrasado alcohólico alcanzó valores de 88.0 a 89.4 %. Por su parte, Perezgrovas (2003) en su trabajo hecho sobre la producción y calidad de lana en el borrego Chiapas, en el que evaluaron los criterios de la selección empírica de las pastoras tzotziles, encontró que el rendimiento al desengrasado alcohólico se situaba en un rango de 75.8 a 83.6 %. Al respecto, es necesario considerar que valores altos de rendimiento al lavado repercuten de manera positiva en la economía de las tejedoras indígenas, ya que ellas obtienen una mayor cantidad de materia prima textil que se genera al desengrasar la lana de los ovinos de la raza Chiapas, especializados en la producción de lana de calidad óptima para el trabajo de las artesanas tzotziles.

6.6.2 Crecimiento diario por unidad de superficie

Los resultados del crecimiento diario de lana por unidad de superficie (eficiencia) durante los dos periodos de evaluación se muestran en el Cuadro 8; se observa que durante el primer periodo post-trasquila la velocidad de

crecimiento de lana tiende a ser mayor en corderos alimentados con 5 % de vainas molidas de *Cassia grandis* ($0.44 \text{ mg cm}^2 \text{ día}^{-1}$), y de manera contraria se observa que el menor crecimiento se presenta en corderos alimentados con 40 % de vainas ($0.28 \text{ mg cm}^2 \text{ día}^{-1}$). En el segundo periodo no se observó alguna tendencia ya que los resultados fueron muy similares. En ninguno de los dos periodos evaluados se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$).

Esta prueba de velocidad de crecimiento de la fibra se utiliza como un indicador rápido y preciso para determinar la capacidad de los corderos para producir lana, y es la mejor manera de evaluar la eficiencia productiva en ganado lanar.

Durante la época de sequía la velocidad de crecimiento disminuye por la escasez de recursos forrajeros; los resultados obtenidos por Perezgrovas (2003) indican que durante este periodo la eficiencia es de $0.308 \text{ mg cm}^2 \text{ día}^{-1}$, valor superado por la mayoría de los tratamientos aquí evaluados para esta misma época.

Cuadro 8. Crecimiento de lana ($\text{mg cm}^2 \text{ día}^{-1}$) en ovinos Chiapas alimentados con “Cañadonga” (*C. grandis*) durante los dos periodos de evaluación.

Porcentaje de inclusión de <i>C. grandis</i>	Periodo 1	±	DE*	Periodo 2	±	DE*
T ₁ : 0 %	0.37	±	0.10	0.33	±	0.05
T ₂ : 5 %	0.44	±	0.09	0.34	±	0.03
T ₃ : 10 %	0.34	±	0.05	0.33	±	0.06
T ₄ : 20 %	0.35	±	0.08	0.33	±	0.09
T ₅ : 40 %	0.28	±	0.03	0.31	±	0.06

* DE= Desviación estándar.

Se estima que los cambios de las características de la producción y el crecimiento de la fibra están asociados a la disponibilidad de forraje, lo que a su vez depende de las condiciones ambientales de temperatura y humedad. Existe un marcado efecto estacional en las características asociadas a la producción de lana (g/trasquila semestral) y al crecimiento de la fibra ($\text{mg cm}^2 \text{ día}^{-1}$) en el borrego Chiapas, con incrementos significativos en la época de lluvias y disminución durante la sequía (Perezgrovas *et al.*, 1997).

6.6.3 Proporción relativa de fibra

La proporción relativa de los diferentes tipos de fibras se muestra en la Figura 9. Sin embargo, se observa que la cantidad de fibras kemp (espinas), que son indeseables para las tejedoras tzotziles, es menor para los tratamientos con 10 y 20 % de inclusión de *Cassia grandis*, mientras que el tratamiento con 5 % de vainas fue el que produjo mayor proporción de éstas (7.7 %) sin ser estadísticamente diferentes los resultados entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

Para la proporción relativa de fibras largas se observó una mínima diferencia a favor del tratamiento con 10 % de inclusión, con un valor de 27.15 %; la menor proporción de fibras largas y la mayor proporción relativa de fibras cortas correspondió al tratamiento con 0 % de inclusión, con un 23.2 %. En el caso de las fibras cortas, que son las que se encuentran en mayor cantidad, los resultados no presentan tendencia hacia algún tratamiento, y no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$).

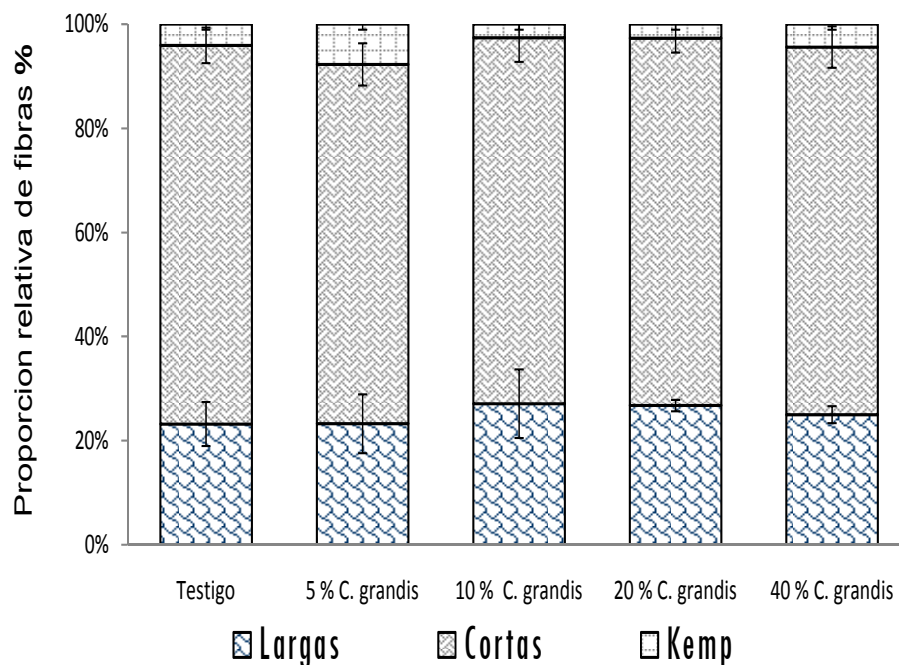


Figura 9. Proporción relativa (%) de las distintas fibras en la mecha de corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas de “Cañadonga” (*C. grandis*).

En la Figura 10, se muestra la longitud de cada uno de los diferentes tipos de fibra presentes en el vellón de los corderos (largas, cortas y kemp) entre las que no presenta diferencias significativas; respecto a las de las largas se observa una ligera diferencia a favor de los tratamientos con el 5 y 40 % de inclusión de vainas molidas de *Cassia grandis*. Puede observarse una respuesta similar a los tratamientos las proporciones de fibras cortas y kemp; la longitud promedio para las fibras cortas para todos los corderos fue 6.7 ± 0.86 cm y la longitud de las fibras kemp fue 3.9 ± 1.48 cm.

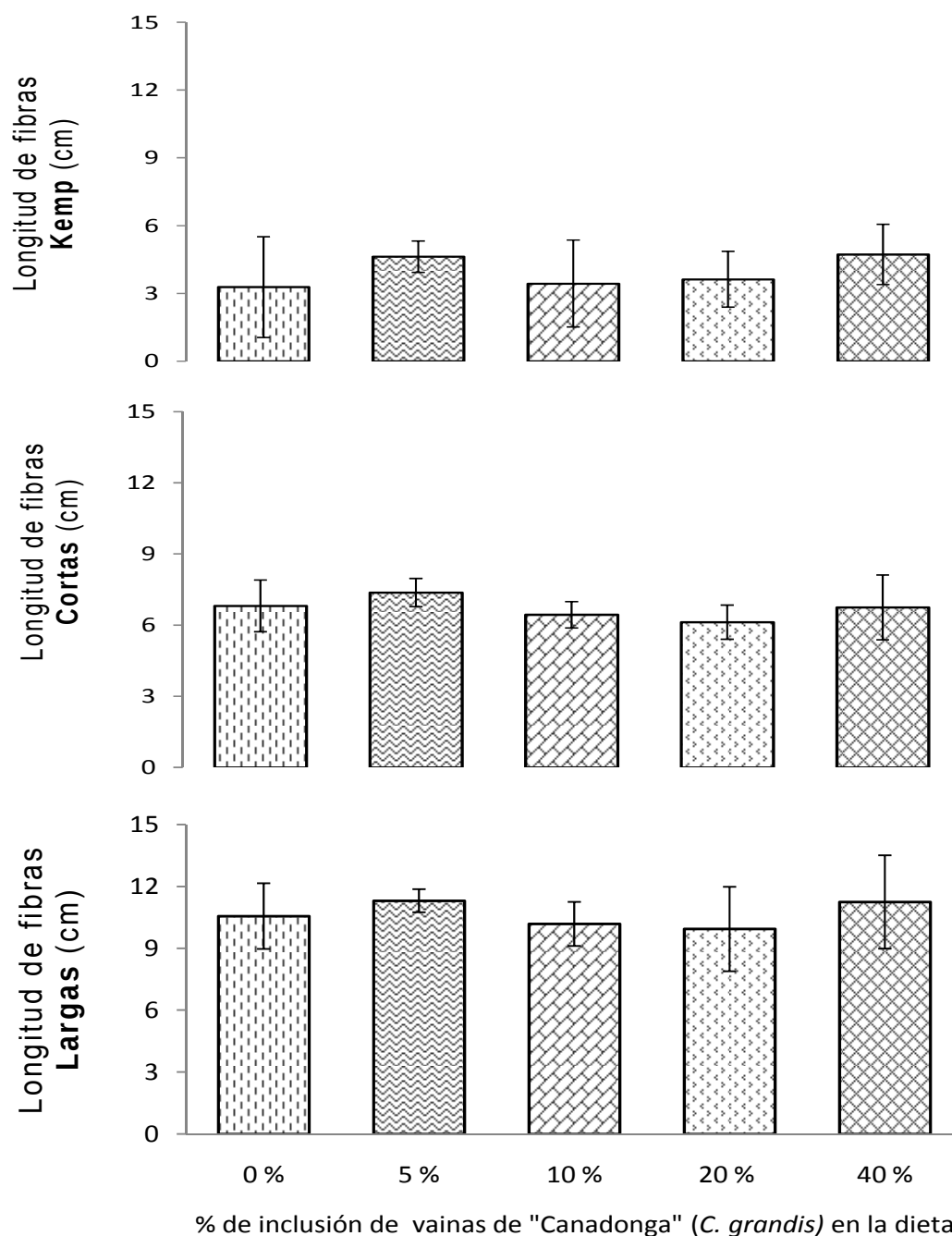


Figura 10. Longitud de las fibras (largas, cortas y kemp) en cada tratamiento.

Los resultados obtenidos en la evaluación de calidad de lana de los 5 tratamientos por las pastoras tzotziles se muestra gráficamente en la Figura 11. Se observa similitud en las calificaciones que les asignaron este indicador de

calidad en el ganado lanar. No se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), y la calidad promedio para todos los animales sometidos a los diferentes tratamientos fue de 3.6 ± 0.46 siendo 4 el valor más alto de calidad.

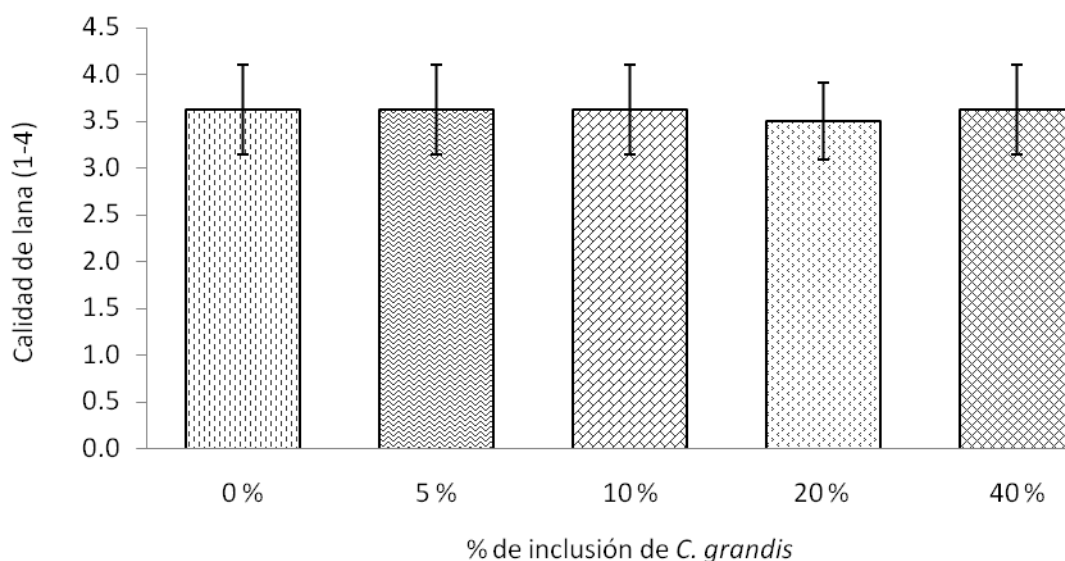


Figura 11. Calificación asignada por las pastoras tzotziles a la calidad del vellón de corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Perezgrovas (2004) reportó que la longitud de fibra producida semestralmente por el borrego Chiapas tiene un promedio de 7.8 cm con una variación de 6.9 a 8.5 cm. Aunque en el centro del país se prefiere lana corta para su utilización por la industria textil, en la región indígena de Chiapas el precio y la calidad de la lana dependen principalmente de la longitud de la fibra, la cual es transformada en prendas de vestir a través de un proceso manual. Esto explica las diferencias en el tipo de fibra, pues el hilado y el tejido que hacen las mujeres tzotziles no pueden hacerse con fibras de lana cortas y delgadas.

6.7 Relación entre las variables evaluadas

En el Cuadro 9 se muestra el resultado de las pruebas de correlación de Pearson que se realizaron entre las características productivas a partir de los

resultados obtenidos en corderos alimentados con vainas molidas de *Cassia grandis*.

Se observa que existe una correlación positiva en cuanto a la ganancia de peso hacia la quincena 6 con el peso final y el peso total; por su parte, la ganancia de peso registrada durante la quincena 11 tiene correlación con la ganancia de peso a la quincena 6 y la final. El consumo diario a partir de la semana 15 tiene una importante correlación con la ganancia de peso a partir de la semana 6, repercutiendo en el peso final de los corderos sometidos a los diferentes tratamientos de vainas molidas de *Cassia grandis*. A partir de la ganancia de peso durante la quincena 6 y el consumo diario de alimento de la semana 15 se puede establecer una tendencia en cuanto a la ganancia de peso total en los corderos alimentados con vainas de *Cassia grandis*.

Los resultados de las pruebas de correlación de Pearson para las características de producción de lana a partir de los resultados obtenidos en este estudio se muestran en el Cuadro 10. Se observa que la longitud de fibras largas está relacionada de manera positiva con el peso del vellón sucio, con la longitud de las fibras cortas y con la calidad de lana. El rendimiento durante el segundo periodo de evaluación está relacionado negativamente con la longitud de las fibras kemp, que son indeseables para el proceso textil.

Cuadro 9. Coeficientes de correlación entre características de producción en corderos alimentados con vainas de *Cassia grandis*.

	P. Inicial (kg)	P. Final (kg)	P. Total (kg)	GP 6	GP 11	CD 5	CD 10	CD 15	CD 20
P. Final (kg)	0.543								
P. Total (kg)	-0.037	0.819							
GP 6	0.011	0.741	0.875						
GP 11	-0.37	0.819	1.00	0.875					
CD 5	0.252	0.349	0.242	0.496	0.242				
CD 10	0.187	0.547	0.524	0.550	0.524	0.643			
CD 15	0.145	0.659	0.685	0.657	0.685	0.551	0.901		
CD 20	0.012	0.631	0.743	0.570	0.743	0.238	0.734	0.872	
CD 24	0.096	0.634	0.689	0.523	0.689	0.294	0.767	0.873	0.974

GP = Ganancia de peso para cada una de las quincenas correspondientes.

CD= Consumo diario durante cada una de las semanas correspondientes.

P = Peso

Números en negritas= Existe correlación entre cada una de las variables correspondientes

Cuadro 10. Coeficientes de correlación para características de lana en corderos alimentados con vainas de *Cassia grandis*.

	PVS	Largas	Cortas	Kemp	Largas	Cortas	Kemp	Calidad	Eficiencia 1	Rend1	Eficiencia 2
			cm			%			mg/cm ² /día		mg/cm ² /día
Largas (cm)	0.533										
Cortas (cm)	0.450	0.701									
Kemp (cm)	- 0.49	-0.008	-0.101								
Largas (%)	0.063	-0.060	0.108	-0.064							
Cortas (%)	0.346	0.149	0.056	-0.593	-0.666						
Kemp (%)	-0.46	0.086	-0.079	0.572	-0.567	-0.237					
Calidad	0.639	0.696	0.441	-0.159	0.462	-0.085	-0.507				
Eficiencia 1	0.228	-0.005	0.375	-0.044	-0.190	-0.024	0.273	0.142			
Rendimiento 1	0.359	-0.068	-0.064	-0.072	0.348	-0.025	-0.427	0.347	0.357		
Eficiencia 2	0.325	0.110	0.331	-0.081	-0.029	-0.091	0.138	0.161	0.652	0.270	
Rendimiento 2	0.413	-0.073	0.211	-0.526	0.182	0.262	-0.527	0.349	0.326	0.398	0.343

Números en negritas= Existe correlación entre cada una de las variables correspondientes

6.8 Relación beneficio/costo

Las dietas incluidas en este ensayo presentan una relación beneficio/costo con índices superiores a uno, lo cual indica que las ganancias son mayores a los costos. En el Cuadro 11 se observa que el menor índice lo tiene el tratamiento control, mientras que la dieta que incluyó 40 % de vainas de *C. grandis* obtuvo el beneficio óptimo.

Cuadro 11. Relación beneficio/costo de los grupos de corderos alimentados con diferentes niveles de inclusión de vainas molidas de “Cañadonga” (*C. grandis*).

Tratamiento	Beneficios	Costos	Relación B/C
T ₁ : 0 %	2911.0	1341.39	2.17
T ₂ : 5 %	2964.5	1304.48	2.27
T ₃ : 10 %	2966.0	1276.80	2.32
T ₄ : 20 %	2739.0	1215.82	2.25
T ₅ : 40 %	2601.0	1087.57	2.39

Estos resultados se asocian principalmente con el reducido costo que alcanza el corte y acarreo de las vainas, que por su gran tamaño facilitan su acopio y manejo; al incrementarse la proporción de vainas se disminuye en forma proporcional el costo de producción, mientras que en el tratamiento control la mayor cantidad de pasta de soya que debe incluirse en la ración ocasiona una elevación de los costos. En consecuencia, las dietas pueden disminuir de manera relativa el contenido de proteína al adicionar las vainas molidas de *Cassia grandis*, pero resultan económicas para el mantenimiento de los animales.

Martínez de Acurero *et al.* (2002) realizaron un estudio con corderos machos de la raza West African, alimentados durante 104 días con sorgo forrajero de corte ofrecido en fresco y suplementados con un concentrado experimental

compuesto por 60 % de harina de maíz, 29 % de harina de algodón, 10 % de melaza y 1 % de sales minerales con un contenido de 17.15 % de PC; en ese estudio se evaluó la influencia de la suplementación sobre el crecimiento de corderos post-destete sobre dos tratamientos (calculados para cubrir un tercio o la mitad de los requerimientos proteínicos, respectivamente) y un testigo. Los resultados reportados en cuanto al análisis sobre la relación beneficio/costo muestran que fue mayor en el tratamiento con el nivel más bajo de suplementación ($\frac{1}{3}$ de los requerimientos proteínicos). Estos resultados concuerdan con lo reportado en el presente estudio en el sentido de que mientras mayor sea la proporción de los suplementos proteínicos menor será el beneficio final, y se relaciona con el bajo costo de las vainas secas y molidas de la leguminosa forrajera *C. grandis*, comparado con el elevado costo de la harina de maíz.

En el trabajo realizado por González *et al.* (1997) utilizando corderos Pelibuey de 3 meses de edad, durante 98 días, se midió la ganancia de peso debida al efecto de distintos niveles de suplementación, teniendo como componente principal subproductos económicos y de fácil acceso en la región como es la pulpa de cítricos deshidratada que fue incluida en un 45 % con 15 % de maíz o sorgo, 39 % de pollinaza y 1 % de sal mineral, siendo el contenido de proteína cruda 17.8 %; los porcentajes de inclusión correspondían al 1, 2 y 3 % del PV, teniendo como dieta base pasto Taiwán de corte con 90 días de edad. Los autores encontraron que la cantidad de proteína cruda de la dieta en general aumentaba de manera proporcional al porcentaje de inclusión del suplemento, así como también reportaron que los beneficios económicos se incrementan al aumentar el nivel de suplementación, resultando óptima desde el punto de vista económico la suplementación del 3% de PV; de igual manera la ganancia de peso y el peso final se incrementaron al aumentar el nivel de suplemento incluido en la dieta base, concluyendo que existe una relación cercana entre las eficiencias biológicas y las económicas.

Durante el presente trabajo no se observa esta relación de acrecentar la proteína al aumentar la suplementación, puesto que las proporciones altas de vainas no resultaron en un incremento de la proteína en la dieta. A pesar de que en el presente ensayo las ganancias de peso no son significativas para algún tratamiento, se encontró una tendencia a que la inclusión del 5 y 10 % de vainas molidas de *C. grandis* -después de un periodo de experimentación más largo- reflejen una ganancia de peso mayor. Al no incrementarse la cantidad de proteína de manera proporcional el porcentaje de inclusión no existió en esta investigación una relación directa entre la eficiencia biológica y económica debido a que la dieta más barata desde el punto de vista de beneficio/costo (40 % de vainas) no fue la que alcanzó el mayor contenido de proteína (10 % de vainas).

En el presente estudio, se observó que la relación beneficio/costo fue mayor en todos los tratamientos experimentales que incluyeron el recurso forrajero estudiado, comparados con el testigo, lo cual también ocurrió al usar pulpa de deshidratada cítricos (González *et al.*, 1997), lo que se explica por su relativamente fácil disponibilidad, son recursos con baja competencia por el uso del recurso en las respectivas regiones, lo que hace que los costos sean menores comparados con las fuentes proteínicas convencionales como son los cereales.

La relación beneficio/costo tampoco fue proporcional al porcentaje de inclusión de *Acacia milleriana* durante el estudio realizado por Velazquez (2005) con corderos de lana de la raza Chiapas durante 110 días (época de sequía), en el que se les suministraban diferentes niveles de inclusión (0, 10, 20 y 40 %) de vainas molidas de esta leguminosa forrajera en una dieta base hecha a partir de rastrojo de maíz; en ese trabajo experimental los contenidos de proteína cruda fueron de 5.92, 6.71, 7.31 y 7.02 % para cada uno de los tratamientos respectivamente. Los resultados de ese ensayo mostraron que la relación entre el porcentaje de inclusión de vainas y el indicador económico (beneficio/costo) no es proporcional ya que los corderos donde el porcentaje de inclusión fue 10

% de vainas fueron los que presentaron una relación beneficio/costo mayor (3.97), seguidos de los que recibieron 20 %; los que presentaron un índice menor fueron aquellos sometidos a un 40 % de inclusión de vainas molidas. En consecuencia, se observa que tampoco encontró relación entre la eficiencia biológica y la económica en los términos planteados por González *et al.* (1997).

Esta tendencia no se observa en el presente estudio ya que no hubo diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en cuanto al consumo alimenticio entre los diferentes tratamientos; sin embargo, la relación beneficio/costo del tratamiento con 40 % de inclusión alcanzó el mayor índice de beneficio económico por ser mayor el porcentaje de inclusión de la fuente proteínica no convencional ('cañadonga'), que es de fácil acceso, y tiene bajos costos de acopio y manejo.

La utilización de fuentes proteínicas alternas de bajo costo, de fácil acceso en la región y de poca o nula competencia como lo es "Cañadonga" (*C. grandis*), tienen entonces un gran potencial para generar una ganancia en las utilidades que se lleguen a obtener por la venta de animales en pie y de lana bajo los esquemas de cría de ovinos en las comunidades tzotziles.

7) CONCLUSIONES

La prueba de palatabilidad o 'de cafetería' resulta ser una herramienta confiable para medir los niveles de aceptación por parte de los ovinos hacia la utilización de nuevos recursos forrajeros en la forma de vainas de leguminosas. Los resultados que arroja en cuanto al consumo por parte del ganado lanar, dependen de varios factores como son: la cantidad de factores antinutricionales que contenga, la proporción de fibra-carbohidratos y si los animales fueron sometidos a un periodo de adaptación, entre otros.

Las vainas secas y molidas de *Cassia grandis* no son tóxicas hasta niveles de inclusión del 100 %, y los corderos de la raza Chiapas mantienen un comportamiento normal característico de la especie, y sin mostrar signos clínicos de intoxicación; sin embargo, el consumo voluntario decrece hasta en un 80 % al incluirse el 100% de vainas.

El consumo voluntario de vainas molidas de *Cassia grandis* por los corderos Chiapas no es estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$) entre los distintos tratamientos (0, 5, 10, 20 y 40 %), y se genera evidencia científica en el sentido de que hasta un 40 % de inclusión de vainas en la dieta de corderos no afecta el consumo alimenticio.

Sobre el crecimiento de los corderos, reflejado en la ganancia de peso, las vainas secas y molidas de *Cassia grandis* no tienen un efecto estadísticamente significativo ($P \leq 0.05$), aunque existe una tendencia a que la inclusión de entre un 5 y un 10 % de vainas en una dieta a base de rastrojo de maíz y maíz molido, genere una mayor ganancia de peso en los animales.

No existen diferencias significativas en las ganancias totales de peso por unidad experimental de los tratamiento; sin embargo, se observa que tiende a ser mayor en los corderos que recibieron el 40 % de inclusión de vainas secas y molidas en la dieta.

La producción del vellón sucio no se vio afectada de manera estadísticamente significativa por la inclusión de vainas; se observó una tendencia a que exista una mayor producción de lana en corderos alimentados con 10 % de inclusión.

La inclusión de vainas de *Cassia grandis* no impacta de manera positiva o negativa en alguno de los parámetros de calidad de lana, como son rendimiento al desengrasado alcohólico y crecimiento diario de fibra por unidad de superficie (eficiencia); sin embargo, existe una tendencia a que 5 y 10 % de inclusión de vainas de *Cassia grandis* en las dietas para ovinos incremente la ganancia de peso y la eficiencia en la velocidad de crecimiento de la lana.

En cuanto a los indicadores de calidad de lana, como son la calificación de calidad del vellón según las pastoras tzotziles, la longitud de la mecha y la proporción de las diferentes tipos de fibra no existen diferencias significativas debidas a la inclusión de vainas de *Cassia grandis* en las dietas para los ovinos de la raza Chiapas; no obstante, existe una tendencia a que la inclusión de 10 % de vainas impacte de manera positiva en la longitud y proporción de fibras deseables por las tejedoras tzotziles.

Todos los tratamientos con inclusión de vainas de *Cassia grandis* mostraron una relación beneficio/costo mayor a uno, siendo mayor la relación para el tratamiento con 40 % de inclusión. La disminución en los costos por alimentación utilizando vainas de *C. grandis* como fuente alternativa de proteína puede repercutir de manera positiva, generando mayores ingresos por venta de lana de buena calidad.

La inclusión del 10 % de vainas secas y molidas de vainas de *Cassia grandis* en una dieta base hecha a partir de subproductos agrícolas como es el rastrojo de maíz, puede repercutir incrementando los indicadores de desarrollo corporal así como los de producción y calidad de lana en corderos. Los ingresos de los productores por venta de animales en pie y lana de buena calidad se incrementan ya que la relación beneficio costo es mayor comparada con la inclusión de 5, 20 y 40 % de vainas de *C. grandis* en la dieta.

8) LITERATURA CITADA

- Alemán S., T., López M., J., Martínez V., A. y Hernández L., L. 2002. Retos de un sistema productivo indígena: Altos de Chiapas. Revista LEISA 18(1)
- Athanasiadou, S., Kyriazakis, I. y Jackson, F. 2003. Can plant secondary metabolites have a role controlling gastrointestinal nematode parasitism in small ruminants? Proceedings of the Satellite Symposium: Secondary Compounds and Browse Utilization. Universidad Autónoma de Yucatán, Pág. 16-25
- Baldizan, A., Domínguez, C., García, D., Chacón, E. y Aguilar, L. 2006. Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos. Zootecnia Tropical., 24(3): 213-232.
- Benavides E., J. 1998. Árboles y arbustos forrajeros: una alternativa agroforestal para la ganadería. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. FAO. Pág. 367-394
- Beyra, A., León, M., Iglesias, E., Ferrandiz, D., Herrera, R., Volpato, G., Godínez, D., Guimaraes, M. y Álvarez, R. 2004. Estudios etnobotánicos sobre plantas medicinales en la provincia de Camagüey (Cuba). Anales del Jardín Botánico de Madrid, Madrid, España. 61(02):185- 203.
- Chapple, R. 1985. Preference Behaviour and Chemoreception. Thesis. University of New England, Armidale. Australia.
- Di Marco, O. N. 1994 Crecimiento y Respuesta Animal. AAPA. ISBN 987-99423-0-2. Pág.128
- Estévez A., O., Pedraza O., R., Guevara V., R. y Parra G., C. 2001. Preferencias de ovinos por el follaje de tres especies arbustivas no leguminosas. Revista Producción Animal, vol. 13 (2).

- Flores, O., Ibrahim, M., Kass, D. y Andrade, H. 1999. El efecto de los taninos de especies leñosas forrajeras sobre la utilización de nitrógeno por bovinos. *Revista Agroforestería en las Américas* 6(23):42-44
- García D. y Medina M. 2006 Composición química, metabolitos secundarios, valor nutritivo y aceptabilidad relativa de diez árboles forrajeros. *Zootecnia Tropical*, 24(3): 233-250.
- Gittinger P., J. 1982. Análisis económico de proyectos agrícolas. 2da edición. Madrid, España. Pág. 323-391
- Gobierno del Estado de Chiapas. 1994. Carta geográfica del Estado. SPP y SDUyC. Formato digital, El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. México.
- Godínez-Caraballo, D. y Volpato, G. 2008. Plantas medicinales que se venden en el mercado El Río, Camagüey, Cuba. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. Universidad Autónoma de México. Distrito Federal, México. 79(01): 243-259.
- González, G., Castillo, E., Cruz, C. y Besten, J. 1997. Efecto del nivel de complementación sobre la ganancia de peso de los corderos Pelibuey estabulados. *Veterinaria México*, 28(2): 137-145.
- Hervás, G. 2001. Los taninos condensados de quebracho en la nutrición de ovejas: Efecto sobre la fermentación en el rumen y la digestibilidad, toxicidad y utilización como protectores frente a la degradación ruminal. Tesis de Doctorado. Universidad de León. Pág. 129-148
- Ibrahim, M., Rojas, J. y Villanueva, C. 2006. Tecnologías forrajeras para la intensificación de la ganadería y la conservación de los recursos naturales en el trópico. *In*: M. Velasco, A. Hernández, R. Perezgrovas y B. Sánchez (editores) "Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales". Fac. Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. Pág. 133-156.

- Lascano, C. 1996. Aceptabilidad relativa de genotipos de *Desmodium ovaliflorum*, en: Memorias del 1er Taller de Trabajo del Proyecto: La interacción genotipo con el medio ambiente en una colección seleccionada de la leguminosa forrajera tropical *Desmodium ovalifolium* CIAT, Cali, Colombia. Pág.56-57.
- Mackey, A., Flores, Y. y Sosa, G. 1984. Evaluación sensorial de los alimentos. Fundación CIEPE. Caracas, Pág. 24-25.
- Martínez de Acurero, M., Bravo, J., Betancourt, M., Bracho, I. y Quintana, H. 2002. Influencia de la suplementación proteica sobre el crecimiento de corderos post destete. *Zootecnia Tropical*, 20 (3): 307-317
- Martínez Q., J. 1989. La producción ovina en Los Altos de Chiapas. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, pág. 25-29.
- Mazorra, C., Borges, G., Blanco, M., Marrero, P. y Martínez G. 2002. Aceptabilidad relativa de las principales especies de plantas que componen las coberturas citrícolas de la CPA "José Martí". *Zootecnia Tropical*, 20(3):341-355
- Mejia, C. y Vargas, J. 1993. Análisis de selectividad de ovejas africanas con cuatro tipos de forrajes. *Livestock Research for Rural Development*. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, Cali, Colombia, vol. 5(3).
- Millman, S. y Duncan, J. 2001. Social cognition of farm Animals. In: L.J. Kelling and H.W. Gonyou, (eds). *Social Behaviour in Farm Animals*. CAB Internacional 2001.
- Monsalve C., L. M. 2007. Efecto de la suplementación con mezclas de leguminosas tropicales sobre la fermentación ruminal, el flujo de proteína duodenal y la absorción de nitrógeno en ovejas. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia. Pág. 78

- Nahed T, J., Muñoz M, A., Rosas A, F., Perezgrovas G, R., Soto P, L., Sanginés G, L., Grande C, D., Pérez-Gil R, F. 2003. Experiencias orientadas al desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles en la región Maya-Tzotzil. II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. FAO. Roma, Italia Pág.319-342
- Navas, A. y Restrepo, C. 2003. Frutos de leguminosas arbóreas: una alternativa nutricional para ganaderías en el trópico. Agroforestería para la producción animal en América Latina. II Conferencia Electrónica. FAO. Roma, Italia
- Nieves, D. 2005. Forrajes promisorios para la alimentación de conejos en Venezuela. Valor nutricional. VIII Encuentro de Nutrición y Producción de Animales Monogástricos. Resumen, en prensa.
- Nieves, D., Cordero, J., Terán, O. y Gonzales, C. 2004. Aceptabilidad de dietas con niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en conejos destetados. Zootecnia Tropical. Vol.22, No. 2 Pág.183-190
- OFI-CATIE 1999. Árboles de Centroamérica Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Pág. 439-442.
- Otero, M. J. e Hidalgo, L. G. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales (una revisión). Livestock Research for Rural Development Vol. 16, Art. # 13.
- Palma, J. y Román, L. 2002. Prueba de selectividad con ovinos de pelo de harinas de frutos de especies arbóreas. Centro Universitario de Investigación y Desarrollo Agropecuario. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memoirias99/PalmaJM.htm>. Pág.4
- Parra V., Nahed T., Soto P., García A. y García B., 1993. El sistema ovino Tzotzil de Chiapas. Dinámica del manejo integral. Agrociencia. México. Serie Recursos Naturales Renovables, 3(2):79-97.

- Peralta N., Palma J. M. y Macedo R. 2004. Efecto de diferentes niveles de inclusión de parota (*Enterolobium cyclocarpum*) en el desarrollo de ovinos en estabulación. *Livestock Research for Rural Development*, Vol. 16, Art. #4. en <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd16/1/pera161.htm>
- Perezgrovas G, R., Guarín A, E., Castro H, G. y Parry A. 1997. Producción de vellón sucio y crecimiento de la lana en el borrego Chiapas I. Estacionalidad. Memoria del IX Congreso Nacional de Producción Ovina. AMTEO- Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México. Pág. 1-5.
- Perezgrovas G., R. 2004. Los Carneros de San Juan. Ovinocultura indígena en Los Altos de Chiapas. 3ª edición. Instituto de Estudios Indígenas. Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
- Perezgrovas G., R. 2005. La lana del *Tunim Chij*, el venado de algodón. Serie Monografías No. 8. Instituto de Estudios Indígenas, Universidad Autónoma de Chiapas. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
- Perezgrovas G., R. y Castro, H. 2003. Avances en producción y calidad de lana en el borrego Chiapas utilizando la selección empírica por pastoras tzotziles del sur de México. *Selecciones Veterinarias México*. UNAM.
- Perezgrovas G., R., Castro, H., Zaragoza, L. y Rodríguez, G. 2002. Analysis of indigenous technical knowledge and inclusion of local peoples' expertise into a working selection index for Chiapas wool sheep. *Proceedings of an international conference. The British Society of Animal Science*, Pág.108-109.
- Perezgrovas, R. y Castro, H. 2000. El borrego Chiapas y el sistema tradicional de manejo ovino entre las pastoras tzotziles. *Archivos de Zootecnia*. España. Vol. 49. Facultad de Veterinaria. Universidad de Córdoba, España. Pág.391-403

- Pinto, R., Gómez, H., Hernández, A., Medina, F., Martínez, B., Aguilar, V. H., Villalobos, I., Nahed, J. y Carmona, J. 2005. Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México Memorias del 1er simposio Internacional de forrajes tropicales en la producción animal. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Pág. 42
- Pochon, D., Navamuel, J., Koslowski, H., Balbuena, O. y Rivas, P. 2005. Aceptabilidad y selección de mandioca (*Manihot sculenta* Crantz) como sustituto de maíz en raciones para cerdos en crecimiento. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Resumen V-045. Universidad nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina.
- Provenza, F., Pfister J. y Cheney, C. 1992. Mechanisms of learning in diet selection with reference to phytotoxicosis in herbivores. Journal of Range Manage., 45: 36-45.
- Ramos, G., Frutos, P., Giráldez, F. y Mantecón, A. 1998. Los compuestos secundarios de las plantas en la nutrición de los herbívoros. Archivos de Zootecnia, 47(180): 597-620
- Rangel, G., González, L., Hurtado, E. y Vecchionacce, H. 2001. Comparación de dos metodologías experimentales para medir aceptabilidad de recursos alternativos en cerdos. VI Encuentro regional sobre nutrición y producción de especies monogástricas. Habana, Cuba.
- Rojas Cruz, A. L. 2003. Análisis comparativo de la mecha y las fibras de lana en ovinos del Tronco Ibérico. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Rosales, M. 1998. Mezcla de forrajes, uso de la biodiversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales; Memorias de una Conferencia Electrónica; Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica; FAO-CIPAV.

- Salas, A., San Martín, F. y Calcelén F. 2001. Preferencia y consumo en ovinos y su relación con las características físicas de los bloques nutricionales. *Revista de Investigación Veterinaria, Perú*. 12(1).
- Shagarodsky, T., Fuentes, V., Barrios, O., Castiñeiras, L., Fundora, Z., Sánchez, P., Fernández, L., Cristóbal, R., García, M. y Giraudy, C. 2003. Diversidad de especies alimenticias en tres mercados agrícolas de La Habana, Cuba. *Agronomía Mesoamericana*. Universidad de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. 14(01): 27-39.
- Sosa, E., Pérez, D., Ortega, L. y Zapata, G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica pecuaria en México*, 42(02):129-144.
- Velazquez, J. A. 2005. Evaluación productiva y económica del uso de fuentes no convencionales de proteína en la alimentación del ganado lanar. Tesis de Maestría. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNACH. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Vera, C. G. y Dorantes, L. J. 2003. Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Sur y Sureste de México. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/61S Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma. (Inédito).
- Wang, Y., Waghorn, G., McNabb, W., T.N. Barry, Hedley M., & Shelton I. 1996. Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* upon the digestion of methionine and cysteine in the small intestine of sheep. *Journal of Agricultural Science., Camb.*, 127: 413- 421.

9) ANEXO

Costos de alimentación

Los costos por alimentación, con la dieta base, de los corderos en el Centro Ovino Teopisca del CUITT-UNACH, se desglosan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Costos de alimentación de la dieta base y los diferentes niveles de inclusión por kilogramo producido.

Insumo	Costo (\$ kg ⁻¹)	Requerimiento para preparar 100 kg de alimento (kg)	Subtotal (\$ kg ⁻¹)
Rastrojo de maíz	1.00	79.5	0.795
Pasta de soya	7.60	13.0	0.988
Sales minerales	9.70	2.5	0.242
Salvado de trigo	3.20	5.0	0.160
Costo Total (\$)			2.185